



Quelle gestion durable des ressources en eau et du risque de penurie sur les petites îles ?

Thomas Chiron

► To cite this version:

Thomas Chiron. Quelle gestion durable des ressources en eau et du risque de penurie sur les petites îles ?. Géographie. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2007. Français. NNT : . tel-00281315

HAL Id: tel-00281315

<https://theses.hal.science/tel-00281315>

Submitted on 21 May 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Thèse de doctorat nouveau régime
Discipline : Géographie

**Quelle gestion durable des ressources en eau
et du risque de pénurie sur les petites îles ?**
Application aux îles de Bretagne (France)



Thèse présentée et soutenue par :

Thomas CHIRON

le 10 septembre 2007

Sous la direction de :

M. Louis BRIGAND,

Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale, Brest

Devant le jury composé de :

Mme Claude COSANDEY,

Directrice de Recherche au CNRS UMR 8591, Université de Paris 1

M. Vincent DUBREUIL,

Maître de Conférence, Habilité à Diriger des Recherches, Université de Rennes 2

M. Yannick LAGEAT,

Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale, Brest

M. Bernard SIMON,

Directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, Vannes

Photo en couverture : fontaine de la Plage, île de Houat.

**« L'eau douce est l'un des premiers besoins ;
dans Molène, il n'y a qu'un puits où on en peut puiser [...] ;
ce puits manquant, l'île deviendrait inhabitable ».**

Cahier de doléances de l'île de Molène, 1789.

Remerciements

Mes premiers remerciements s'adressent tout naturellement à M. Louis Brigand, qui a d'emblée accepté de diriger cette thèse en me disant : raconte-nous une « belle histoire »... Durant ces quatre ans de collaboration fructueuse, nourrie d'échanges sur l'insularité, il a su me communiquer son expérience insulaire, notamment au cours de nos séjours à Porquerolles et Port-Cros, et surtout à Chausey en août 2003 et 2004. Je lui suis gré de m'avoir orienté dans mes recherches, tout en me laissant libre de mes axes de réflexion qui, à son regret sans doute, sont trop éloignés de certains aspects humains. En outre, Louis a créé la dynamique pluridisciplinaire requise en constituant un comité de thèse qui s'est réuni annuellement et m'a conseillé méthodologiquement.

A ce titre, je tiens à remercier ses membres : M. Yannick Lageat (Université de Bretagne Occidentale), M. Vincent Dubreuil et Mme Nadia Dupont (Université de Rennes 2), et M. Pierre-Philippe Jean (Association des Îles du Ponant), pour leurs conseils et critiques quant à l'avancement de mes travaux. Entre autres, les rectifications et mises au point de M. Yannick Lageat sur les aspects physiques ont été cruciales ; les éclairages M. Vincent Dubreuil et Mme Nadia Dupont sur les développements hydroclimatiques ont été capitaux ; enfin la connaissance des îles du Ponant et l'aide matérielle de M. Pierre-Philippe Jean pour les missions sur les îles ont contribué au bon déroulement de cette recherche. En outre, je lui suis très reconnaissant de l'opportunité qu'il m'a offerte de participer au séminaire de l'*European Small Island Network*¹ consacré aux services publics insulaires sur l'île irlandaise d'Aran Mor, en avril 2006.

Ayant accepté de juger ce travail, je remercie les membres du jury : Mme Claude Cosandey (Université de Paris 1) et M. Vincent Dubreuil pour me faire l'honneur d'en être les rapporteurs, ainsi que MM. Yannick Lageat et Bernard Simon (Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan) qui se joignent à eux.

Par sa disponibilité et l'intérêt qu'il a porté à la recherche, ce dernier a contribué aux développements majeurs de cette thèse sur la notion de risque. Il convient ici de citer les principaux interlocuteurs responsables de la gestion des services d'eau sur les îles étudiées : Arnaud Le Gall (Conseil Général du Morbihan), Samuel Busson et Philippe Le Méhauté (SAUR), Jean-Christophe Bail et Arnaud Roy (Véolia-Eau). Sans les données et informations qu'ils m'ont transmises, cette thèse n'aurait pu avancer. Je les remercie donc vivement et espère les recroiser dans des collaborations futures.

Je remercie très chaleureusement les maires et adjoints municipaux des îles étudiées, pour avoir mis à ma disposition leurs archives. L'intérêt loquace qu'ils ont souvent manifesté pour le sujet traité fut une réelle motivation. J'associe à ces remerciements tous les îliens rencontrés lors des missions de terrain. Je pense particulièrement à Pierre et Henri Buttin de l'association Melvan sur l'île d'Hoëdic, Joëlle Le Roux et Jo Le Hyaric sur l'île de Houat, Jean Corolleur, Claude Berthelé et Philippe Richard sur l'île de Molène, Véronique Tanguy sur l'île de Sein, Louis Savina sur l'île d'Ouessant, M. Le Guyader sur l'île de Groix, Christine Illiaquer et Guillaume Février à Belle-Île.

Cette thèse n'aurait sans doute jamais été menée à son terme sans l'accueil et le soutien logistique, et par-dessus tout humain, de l'équipe du laboratoire Géomer. C'est

¹ Réseau des petites îles européennes

avec beaucoup d'émotion que je la quitterai dans les semaines à venir, emportant tous ces souvenirs qui feront de ces années brestoises une des périodes les plus agréables de ma vie. Merci donc à Françoise, Iwan, Manu, Jacqueline (merci pour les corrections cartographiques !), Serge, Simona, Mathias, Curile, Juliette, Véro, Alain, Guillaume, Pierre, Gabi, Nico, Ingrid, Solenn, Ibrahima, Léna, Rico, Anthony, Nico, Aurélie. Une dédicace spéciale à Mat et Cyril, pour leur expertise en morphologie des estrans, hydrodynamique marine, aérologie, *shape* et leur connaissance aiguë du littoral finistérien... Et je n'oublie évidemment pas mon compagnon de « galère » et ami : l'inénarrable Hernan.

Enfin, parce que la thèse est aussi une aventure psychologique parfois « chaotique », je remercie très affectueusement mes proches : ma famille qui, à distance, n'a cessé de m'encourager, et Céline qui, au quotidien, a supporté ces moments dignes de Bacri et a toléré avec bienveillance l'accaparement de ces dernières semaines, sans jamais cesser de croire en moi. A tous, merci !

Sommaire

Introduction générale	11
 Première partie :	
Quelle problématique de l'eau sur les îles ?	23
 Chapitre 1 :	
Gérer durablement les ressources en eau : une priorité du développement des territoires	25
Introduction	25
1. Gérer durablement les ressources en eau	26
2. Gestion durable des ressources en eau et unité territoriale	32
3. Les principes de gestion : l'équilibre offre-demande et le risque de pénurie	36
4. Comment gérer le risque de pénurie ?	41
Conclusion du chapitre 1	43
 Chapitre 2 :	
L'eau et les îles : définition des enjeux et retours d'expériences insulaires	49
Introduction	49
1. Insularité et ressources en eau	50
2. Un panel d'expériences insulaires de gestion de l'eau	60
3. L'eau : un frein au développement insulaire ?	74
Conclusion de la première partie	84
 Deuxième partie :	
Le potentiel hydrologique des îles de Bretagne	87
 Chapitre 3 :	
Hydroclimatologie fonctionnelle des îles bretonnes	89
Introduction	89
1. Concepts climatiques et approche méthodologique	90
2. Normalité et variabilité hydroclimatique des îles bretonnes	102
3. Sécheresses et variabilité interannuelle des bilans hydrologiques insulaires	110
Conclusion du chapitre 3	119

Chapitre 4 :	
Les ressources hydriques endogènes des îles armoricaines	121
Introduction	121
1. Le contexte physique des îles bretonnes : une géologie de socle	122
2. L'hydromorphologie insulaire	130
3. Quelles ressources hydrogéologiques sur les îles bretonnes ?	144
Conclusion de la deuxième partie	157
 Troisième partie :	
Les enjeux de la gestion des ressources en eau sur les îles de Bretagne	159
 Chapitre 5 :	
Histoire de la question de l'eau sur les îles de Bretagne	161
Introduction	161
1. Mémoires locales et histoire de l'eau sur les îles	162
2. L'eau, un enjeu historique de l'aménagement insulaire	174
3. Réalités et représentations sociales de la ressource hydrique	188
Conclusion du chapitre 5	202
 Chapitre 6 :	
La redéfinition contemporaine des enjeux liés à la ressource en eau	203
Introduction	203
1. Mutations sociétales insulaires et redéfinition de la gestion de l'eau depuis l'après-guerre	204
2. Le tourisme et la question de l'eau	219
3. Quels modèles insulaires de consommation en eau ?	228
Conclusion de la troisième partie	246
 Quatrième partie :	
Maîtriser l'aléa sécheresse : autonomie hydraulique et risque de pénurie d'eau	249
 Chapitre 7 :	
Sécheresses et pénuries d'eau : événements structurants des politiques hydrauliques insulaires	251
Introduction	251
1. Le rôle structurant des sécheresses	252
2. Une seule alternative de gestion : abandonner ou optimiser les ressources endogènes superficielles ?	262
Conclusion du chapitre 7	279

Chapitre 8 :	
Les modalités technico-économiques des politiques insulaires de gestion de l'eau	281
Introduction	281
1. La politique d'investissements sectorisés sur les îles du Ponant : quelle place pour la gestion de l'eau ?	282
2. Quelle adaptation des solutions techniques à l'insularité ?	295
3. Modalités de gestion des services d'eau insulaires et prix de l'eau	306
Conclusion du chapitre 8	321
Chapitre 9 :	
Quel risque de pénurie d'eau sur les îles bretonnes autonomes ?	323
Introduction	323
1. Modélisations hydrauliques et gestion de la ressource en eau	324
2. Un modèle de prévision du risque de pénurie	335
3. Analyse du risque de pénurie d'eau sur les îles autonomes	344
Conclusion de la quatrième partie	366
Conclusion générale	367
Bibliographie	379
Table des figures	397
Table des tableaux	401
Table des matières	405

Introduction générale

La suffisance des ressources en eau est une préoccupation mondiale de première importance, à laquelle les sociétés modernes doivent répondre urgemment, en adoptant notamment des mesures et des programmes de gestion concertée : « la gestion de l'équilibre entre la demande en eau et la ressource disponible est un enjeu central du débat mondial sur la gestion de l'eau » (Mermet, et Treyer, 2001). Les régions les plus concernées par la question de rareté de l'eau sont les domaines arides et semi-arides, et tout particulièrement ceux soumis à une forte croissance démographique (Treyer, 2005). Intrinsèquement, la problématique de la gestion des ressources en eau revêt une dimension éminemment géographique : elle conjugue les questions climatiques, hydrologiques, sociales et économiques. En ce sens, elle est intégratrice des composantes du concept même de développement durable dont elle est finalement l'élément fondamental.

Cependant, l'agrégation de la problématique de la gestion des ressources en eau à l'échelle nationale ou régionale ne prend pas en compte la variabilité de la disponibilité en eau dans l'espace, variabilité qui peut, par conséquent, cacher des problèmes localisés (Margat, 2002 ; Treyer, 2005). Si la variabilité hydrologique est spatiale, sa temporalité est aussi multiscalaire :

- saisonnière : l'alternance de saisons sèches et humides influence les flux hydriques,
- interannuelle : la ressource est parfois surabondante ou même excessive, ou, au contraire, trop rare voire, absente en période de sécheresse,
- multiséculaire : un ou plusieurs facteurs, naturels ou anthropiques, peuvent interférer sur la disponibilité de la ressource, la rendant tantôt abondante tantôt rare selon les époques historiques,
- multimillénaire : à l'échelle des temps géologiques, les alternances climatiques modifient régionalement le cycle de l'eau.

Ce sont les trois premières temporalités qui intéressent généralement l'homme dans sa réflexion sur la durabilité des ressources en eau. L'adéquation entre disponibilité hydrique et développement anthropique en est la gageure ; la pénurie d'eau résulte justement d'une insuffisance quantitative et/ou qualitative de la ressource disponible en eau par rapport à la demande. De nombreuses recherches interdisciplinaires sont menées sur cette problématique essentielle du développement durable des sociétés, participant ainsi à la réflexion pour une meilleure répartition et préservation de l'eau (Rivière-Honegger et Bravard, 2005). Deux indicateurs sont couramment utilisés pour caractériser la pénurie d'eau (Margat, 2005) :

- l'abondance ou la rareté relative des ressources en eau, qui comparent les ressources disponibles (en terme de flux moyen) à la population considérée *a priori* comme le principal facteur universel de demande en eau,
- la pression humaine sur les ressources en eau, qui compare les prélèvements aux flux moyens de ressources.

Ces indicateurs posent pourtant deux problèmes majeurs et récurrents : d'une part, celui de la référence territoriale évoqué précédemment ; d'autre part, celui de la définition

même des ressources en eau, laquelle se réfère généralement aux seules ressources renouvelables naturelles alors qu'il serait plus réaliste de considérer l'ensemble des ressources exploitables, voire les ressources non conventionnelles.

La gestion « à la française » : un héritage ingénieuriste

En terme d'abondance et de disponibilité de la ressource hydrique, la France métropolitaine est privilégiée grâce à la conjugaison de trois composantes géographiques et climatiques : la latitude, l'influence atlantique, l'existence de massifs montagneux. Ainsi, « notre territoire bénéficie d'une ressource en eau renouvelable caractérisée par son abondance et sa relative régularité ; même nos régions méditerranéennes sont riches de l'eau des Alpes qui reçoivent des précipitations de l'Atlantique » (De Vaulx, 1998). Ainsi, « avec de grandes montagnes et d'importantes nappes souterraines, la capacité de stockage naturelle en France est élevée et donne une ressource potentielle de 3 600 m³ par habitant et par an, ce qui place le pays parmi les « raisonnablement riches » en eau » (Barraqué, 1995).

La politique française de gestion de l'eau est héritière de deux textes législatifs majeurs : les lois sur l'eau de 1964 et de 1992. Reconnaisant l'eau en tant que « patrimoine commun de la Nation »², et introduisant la notion d'unité de la ressource en appliquant les mesures de protection et de restauration aux « eaux superficielles et souterraines, et aux eaux de mer dans la limite des eaux territoriales »³, la loi sur l'eau de 1992 confirme les orientations de 1964. Les compétences sont distribuées dans un partenariat entre l'Etat, ses services déconcentrés, les collectivités territoriales et les usagers. Six circonscriptions administratives correspondant aux six grands bassins hydrographiques ont été créées et sont accompagnées d'instances de décision (comités de bassin) et d'agences financières (agences de l'eau), ainsi que d'un important volet pénal contre les pollueurs. Cette politique est résolument tournée vers une planification territoriale décentralisée et une concertation des diverses catégories de protagonistes. La dimension économique de l'eau est également assumée avec les principes du pollueur-payeur et de l'utilisateur-payeur : « cette gestion équilibrée vise à assurer (...) la valorisation de l'eau comme ressource économique »⁴.

Parmi les différents constituants de la problématique de la gestion de l'eau, l'alimentation en eau potable et l'assainissement sont des services publics à caractère industriel et commercial (S.P.I.C.) dont la responsabilité légale incombe aux collectivités locales. L'expertise de conseil et de contrôle est assurée par les services déconcentrés de l'Etat (Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt, de l'Equipement, des Affaires Sanitaires et Sociales) qui les conseillent, les contrôlent, et surtout exercent une véritable tutelle sur les choix techniques (Barraqué, 1995). La mise en place d'équipements lourds en réseaux d'adduction et de distribution ainsi qu'en unités de traitement requiert une ingénierie hydraulique spécialisée. Aussi l'exploitation moderne des ressources en eau à des fins de potabilisation est-elle une problématique éminemment technique et, historiquement, restée longtemps du seul ressort des corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées et du Génie Rural. La tradition municipaliste des services d'eau est ainsi fondée sur une séparation classique entre l'offre technique, monopolisée par les ingénieurs civils, et la demande de service, monopolisée par les élus. En cas de

² Loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992, article 1.

³ Loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992, article 2.

⁴ Loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992, article 2.

problèmes, les usagers se plaignaient aux élus qui répercutaient ce mécontentement sur les opérateurs. « Les ingénieurs n’avaient alors qu’une réponse : améliorer le dispositif technique. On voit bien comment, dans le domaine de l’eau potable, cela a conduit à chercher à satisfaire tous les usages indistinctement, sans limitation, avec une eau la plus pure possible » (Barraqué, 1998).

Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (I.G.R.E.F.) à la Direction Départementale de l’Agriculture du Morbihan dans les années 1970, L. Patturel rappelle combien ce schéma généralisé d’une gestion infrastructurelle des services d’eau est néanmoins difficile à appliquer sur les petites îles côtières françaises : « la desserte en eau potable des diverses îles situées au large de nos côtes pose aux responsables locaux et aux ingénieurs de l’Administration qui les conseillent des problèmes particulièrement délicats » (Patturel, 1972). La singularité géographique, tant naturelle que socio-économique, des îles replacerait-elle inopinément le territoire au cœur de la problématique de la gestion des ressources en eau en vue de leur potabilisation ? Irait-elle jusqu’à défier l’offre technique prévalente pour les collectivités territoriales continentales, voire justifier des modalités originales de gestion de leurs ressources en eau ?

Ressources en eau et développement insulaire

En tant qu’objet géographique, l’île suscite *a priori* l’intérêt non seulement du géographe mais aussi du scientifique en général tant sa définition est à la fois simple et complexe. « Les îles sont des symboles. Elles débordent de leur territoire pour devenir métaphore. (...) elles incarnent à la fois la sagesse, la nature préservée, l’art de vivre, la solitude, l’exotisme, le voyage, la liberté, l’utopie... mais aussi les contraintes, les dangers, l’ennui, la mort... l’île est un espace de projection de toutes les peurs et de tous les désirs... y compris chez les chercheurs. Telle est la complexité de l’île » (Benand, 1991). Pléthore d’ouvrages pluridisciplinaires sont consacrés à cette question de l’insularité (Gourmelon et Brigand, 1991 ; Mainet, 1991 ; Sanguin, 1997 ; d’Ayala *et al.*, 1999 ; Hache, 2000a).

Du seul point de vue hydrologique, A. Falkland (1991) confirme que les petites îles constituent des territoires singuliers sur lesquels les méthodes et techniques classiques de l’hydrologue et du professionnel de la gestion des ressources en eau ne peuvent s’appliquer directement. De plus, de fortes présomptions bibliographiques relatives au manque d’eau pèsent sur les petites îles, à l’instar des îles du Ponant, ce groupe de quinze îles côtières françaises de la Manche et de l’Atlantique. L. Brigand (1999) y hiérarchise quatre facteurs limitants de leur développement, parmi lesquels figure la problématique de l’eau potable :

- le premier est l’espace insulaire lui-même, « qui de par son exigüité et sa fragilité écologique ne peut admettre qu’une certaine densité d’équipements et de population au risque de s’exposer à des déséquilibres dans de nombreux domaines » (Brigand, 1999) ;
- le second est un corollaire du premier et concerne le foncier, lequel peut être un véritable obstacle pour les investisseurs à cause de son morcellement ;
- l’eau et la disponibilité des ressources endogènes constituent le troisième facteur ;
- le dernier est quant à lui relatif à l’ensemble des équipements d’accueil des touristes, et plus particulièrement à leur transport.

Ainsi, sur les îles du Ponant, « le troisième facteur à prendre en compte est l'eau qui demeure [...] une ressource rare malgré les nombreux équipements, qui ces dernières années ont permis d'améliorer singulièrement les approvisionnements [...]. Dans de nombreuses îles, la question de l'alimentation et de l'usage de l'eau constitue un point délicat à gérer. Les capacités actuelles de stockage et d'alimentation sont calculées en fonction des besoins de l'actuelle fréquentation touristique. Une augmentation importante de la demande en eau, liée à un accroissement de la population estivale, ne pourrait pas dans la plupart des cas être assurée dans l'état présent des équipements » (Brigand, 1999). La gestion des ressources hydriques insulaires n'est d'ailleurs pas une problématique récente pour les élus locaux et les professionnels de l'eau en charge de ces territoires.

En 1977, P. Singelin, lui-même ingénieur civil du Génie Rural et ancien secrétaire général de l'Association d'élus insulaires pour la Protection et la Promotion des Iles du Ponant (A.P.P.I.P.), publie un article fondateur de cette recherche dans la revue *Penn ar Bed*, qui consacre un numéro spécial au problème de l'eau en Bretagne, un an après la fameuse sécheresse de 1976. Intitulé « L'eau dans les îles », cet article sera très souvent cité dans cette thèse : seule source bibliographique exclusivement consacrée à la question de l'eau sur les îles du Ponant, il constitue une véritable référence thématique temporelle à laquelle la réflexion tente d'apporter de nouveaux éléments, après trente ans de gestion. P. Singelin s'interroge ainsi sur la durabilité des ressources en eau face au développement contemporain de ces îles, en présumant de leur capacité de charge limitée : « alors que la fréquentation touristique s'accroît, que les droits à construire dans les POS⁵ tiennent rarement compte de la consommation en eau qui en résultera, est-il encore possible de mettre en œuvre une politique rationnelle de l'eau dans les îles ? Le problème est très difficile, car il faudrait avoir répondu à cette question fondamentale : quel seuil d'accueil touristique pour les îles ? » (Singelin, 1977). Dès les années 1970, les enjeux socio-économiques modernes liés au tourisme sont *a priori* directement concernés par la limite physique naturelle des ressources hydriques endogènes. Mais les interrogations de P. Singelin ne devraient-elle pas être judicieusement reformulées pour replacer au centre de la réflexion la disponibilité des ressources en eau comme indicateur de soutenabilité du développement insulaire, et non l'inverse ?

Sécuriser l'insularité hydraulique

Si la littérature a souvent fait état du problème de l'eau potable sur les îles du Ponant, elle s'est contentée d'évoquer la question, certes comme une préoccupation majeure mais sans aucun développement exhaustif de la problématique. Elle a juste souligné les dangers induits par les modèles contemporains de consommation (Bioret *et al.*, 1991) qui, en contexte insulaire, menacent les équilibres environnementaux tant le caractère fini des ressources y est perceptible (Singelin et Monnat, 1991 ; Péron, 1993 ; Brigand, 1999). Ainsi, dans les années 1960-1970, « [...] le manque d'eau, lié à l'insularité, [a été] cruellement ressenti dans toutes les îles de l'Atlantique, d'autant plus que le développement touristique amène un gonflement énorme de la population pendant les mois d'été » (Dumortier, 1976). Les îles du Ponant dans leur ensemble ont effectivement connu, depuis les années 1950 et surtout le début des années 1960, de profondes mutations socio-économiques : elles sont passées d'îles à activités traditionnelles – pêche et agriculture, au statut d' « îles consommées » sous l'influence de leur attractivité touristique. Conjuguée à cette dernière, l'amélioration générale du confort

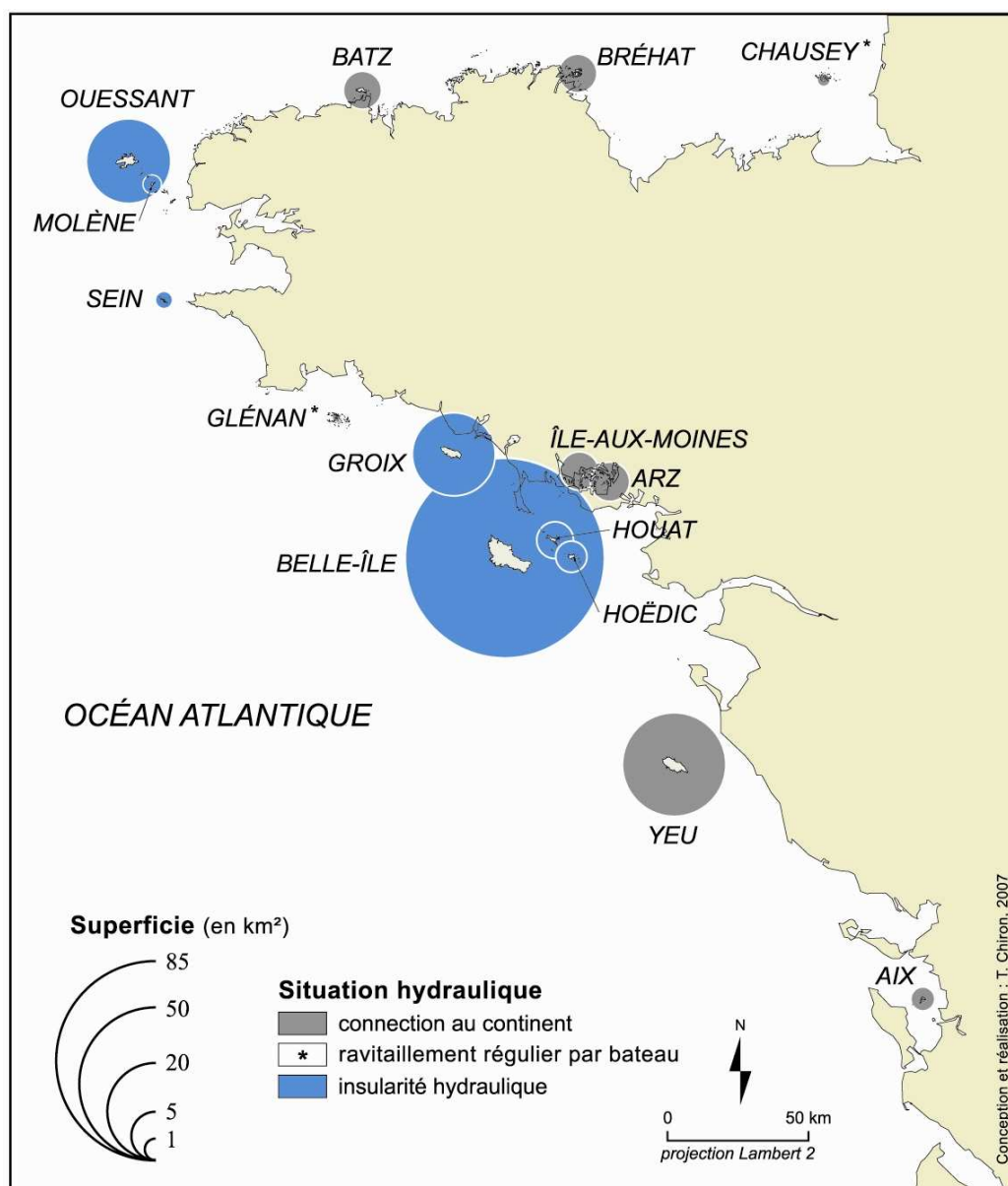
⁵ Plan d'Occupation des Sols.

domestique dans les années 1960 et 1970 a augmenté les besoins en eau alors que les ressources des îles semblent *a priori* limitées physiquement (Guilcher, 1977 ; Brigand, 1983 ; Péron, 1993). Pourtant, aucune étude exhaustive concernant la ressource en eau n'a jamais été réalisée sur les îles du Ponant. En comparaison, une littérature abondante est consacrée aux îles méditerranéennes surtout, qui ont fait et continuent de faire l'objet de nombreuses recherches sur la gestion de l'eau et de la pénurie à travers, notamment, les travaux du Programme des Nations Unies pour l'Environnement et du Plan Bleu pour la Méditerranée (Falkland, 1991). La problématique de la rareté de l'eau y est exacerbée par la contrainte climatique et des besoins anthropiques très importants : les plus grandes îles telles que Malte (Marecos *et al.*, 1996), les îles baléariques de Majorque (Wheeler, 1995 ; Rullan-Salamanca, 2002) ou Formentera (Vernay, 1996), comme les plus petites, à l'instar des îles grecques du Dodécanèse (Vitoriou-Georgouli, 1987 ; Spilanis et Sourbes, 1999 ; Avlonitis *et al.*, 2002), souffrent d'un manque d'eau chronique. Même l'île côtière française de Port-Cros, également en Méditerranée, a fait l'objet d'une étude exhaustive de ses potentialités hydrogéologiques et des perspectives d'utilisation de la ressource hydrique endogène (Jeudi de Grissac, 1990). Une synthèse bibliographique élargie à d'autres îles du globe, celles des océans Indien et Pacifique, est proposée dans le deuxième chapitre : il s'agit ainsi de mieux cerner les enjeux généraux et particuliers de la question de l'eau sur les îles. Elle invite enfin à se demander si la pauvreté des références spécifiques à la thématique hydrique sur les îles du Ponant est lacunaire, ou si elle signifie que la question n'est tout simplement pas pertinente.

Les besoins en eau se limitant quasi exclusivement à des usages domestiques, l'enjeu principal d'une gestion intégrée des ressources hydriques endogènes est celui de la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable des populations insulaires. Dans les années 1960 et au début des années 1970, alors qu'apparaissent les premières difficultés liées à un déficit hydrique d'origine structurelle, « la solution la plus habituelle est le raccordement aux ressources du continent par une conduite sous-marine » (Patturel, 1972). Six îles ont ainsi été connectées aux réseaux continentaux d'adduction d'eau potable : Bréhat, Batz, l'Île-aux-Moines, Arz, Yeu et Aix. Dans les années 1990, une autre forme de liaison hydraulique avec le continent est également adoptée pour les îles de Grande-Île dans l'archipel de Chausey et de Saint-Nicolas-des-Gléan : des bateaux les ravitaillent de façon régulière en eau douce depuis les communes littorales dont elles dépendent administrativement. En somme, seules sept des quinze îles du Ponant ont conservé une insularité hydraulique strictement fondée sur la production d'eau potable *in situ* à partir de ressources hydriques conventionnelles endogènes voire, pour l'île de Sein, de ressources non conventionnelles : Ouessant (926 habitants permanents en 1999), Molène (264 hab.), Sein (242 hab.), Groix (2 285 hab.), Belle-Île (4 746 hab.), Houat (335 hab.) et Hoëdic (117 hab.)⁶ (fig.I.1). C'est précisément ce panel qui est retenu pour étayer la recherche doctorale sur la sécurisation de l'autonomie hydraulique insulaire. Le dessein est d'apporter des éléments concrets et objectifs permettant d'analyser l'(in)adéquation entre ressources endogènes en eau et développement socio-économique insulaire, avec pour ambition finale l'aide à la prise de décision en faveur d'une politique de gestion durable.

⁶ Source : INSEE, recensement général de la population de 1999.

Figure I.1 : Les îles du Ponant et l'insularité hydraulique.



Un double cursus au service d'une recherche pluridisciplinaire

Les premiers éléments bibliographiques précédemment cités ne sauraient circonscrire la gestion des services d'eau sur les îles du Ponant au seul point de vue « ingénieur » tant la dimension territoriale s'affirme d'emblée comme une composante *sine qua non* de la problématique. Aussi l'approche géographique – intrinsèquement liée à l'objet « île » et à la problématique de l'eau – est-elle essentielle à la recherche doctorale engagée. Visant à définir les modalités de gestion durable des ressources en eau des petites îles, elle se focalise sur celles qui ont justement conservé une autonomie hydraulique stricte. A titre personnel, cette thèse scelle finalement un double cursus universitaire d'abord consacré aux sciences et techniques de l'ingénieur (obtention, en 2003, du diplôme d'ingénieur civil de l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (E.N.G.E.E.S.) – formation des ingénieurs du Génie rural), cursus qui s'est prolongé vers les sciences sociales et humaines à travers un

doctorat de géographie. L'ambition holistique de la thèse présentait donc la gageure – ô combien enthousiasmante ! – de mettre les compétences techniques de l'ingénieur au service de l'analyse du géographe. Certes familier des principes de l'hydrologie, de la climatologie ou encore de la géomorphologie, c'est indubitablement l'imprégnation du volet humain de la démarche géographique qui nous fut, personnellement, la plus difficile, constituant *a priori* une des faiblesses majeures de la qualité de la recherche présentée.

Préalablement encadrée par les principes de durabilité et de gestion de l'eau, celle-ci requiert une analyse pluridisciplinaire fondée sur les techniques et méthodes de :

- la **géographie physique** : la caractérisation de l'hydroclimatologie fonctionnelle des îles et de leurs hydrosystèmes naturels est indispensable à l'évaluation initiale de la ressource disponible ;
- la **géographie humaine et sociale** : l'identification des usages de l'eau potable et la précision des volumes consommés doit permettre de comprendre voire de modéliser les pressions anthropiques qui s'exercent sur la ressource ;
- l'**ingénierie hydraulique** : le diagnostic des infrastructures hydrauliques jugera de l'adaptation des équipements et des procédés de traitement en regard des territoires considérés ;
- l'**économie** : partie intégrante du concept de durabilité, cette approche tentera d'évaluer la performance économique des choix de gestion et d'équipements hydrauliques, afin d'en discuter la soutenabilité technico-économique.

Les résultats combinatoires de cette interdisciplinarité mèneront ainsi à une analyse exhaustive de la problématique de la gestion de l'eau sur les îles en situation d'autonomie hydraulique. L'inscription de la recherche dans une dynamique transversale de durabilité nécessite enfin d'orienter les investigations vers deux voies complémentaires : la rétrospective d'une part, la prospective d'autre part.

Une approche historiciste complémentaire

« La gestion de l'eau n'est pas simplement une affaire de techniciens et de décideurs où seule la connaissance des processus hydrologiques et des moyens techniques serait nécessaire pour répondre aux problèmes posés par les aléas hydrologiques ou la pollution des eaux. La gestion de l'eau est aussi dépendante des comportements du grand public, des consommateurs et des usagers. Or l'espace hydrologique apparaît comme un lieu d'enjeux spatiaux et de tensions sociales liées à des représentations, des stratégies et des intérêts différents » (Cosandey, 2003). Les politiques de l'eau doivent s'inscrire dans ce continuum historique et social. L'étude des évolutions récentes fait appel à la géographie sociale fondée sur les méthodes d'enquêtes et d'entretiens directifs ou semi directifs : elle permet d'appréhender les représentations sociales contemporaines (*ibid.*). L'introduction du temps dans une vision prospective passe cependant par un détour historique fondé sur l'analyse de l'évolution des représentations et de l'identité même des territoires. Cette géographie historique repose sur l'étude diachronique et cartographique des formes de gestion de l'espace à partir de sources iconographiques telles que les photos aériennes et les cartes anciennes, mais aussi documentaires, voire orales, dont elle analyse les facteurs d'explication par le dépouillement des archives écrites (délibérations des Conseils municipaux, monographies, coupures de presse). Ces méthodes de la

géographie historique apportent ainsi cette connaissance des représentations passées des problèmes liés à l'eau en s'appuyant sur :

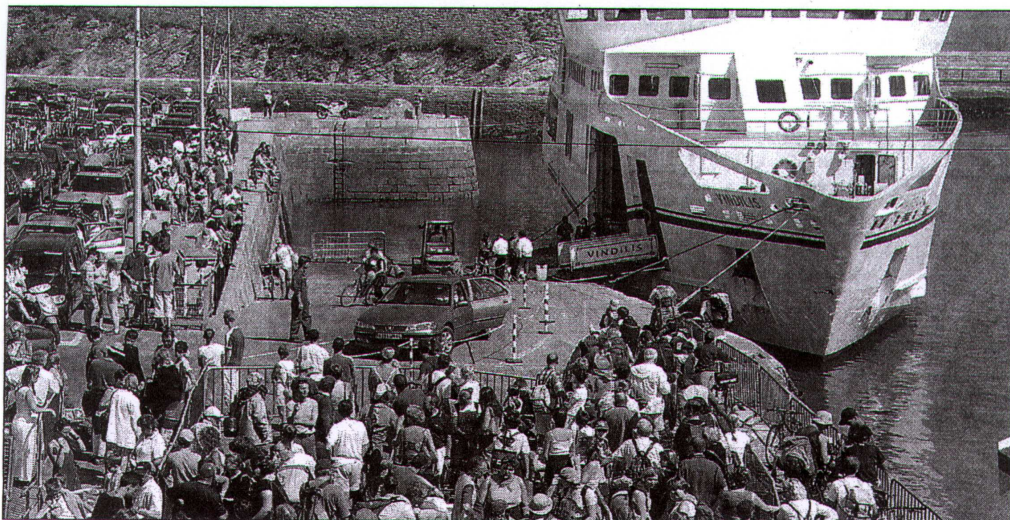
- l'inventaire du patrimoine lié à l'eau (architectural et naturel) : puits, fontaines, lavoirs,
- l'étude des évolutions des enjeux et de la vulnérabilité des sociétés locales face aux risques : conséquences de crises hydrologiques connues,
- l'évaluation des actions passées de gestion des risques : type de mesures et politiques d'équipements hydrauliques (curatives, palliatives, préventives).

Sur les îles étudiées de Bretagne, cette approche historiciste permettra d'appréhender l'ancienneté de la question de l'eau et l'impact des mutations socio-économiques des sociétés insulaires sur les ressources hydriques, notamment celle de l'après-guerre qui constitue une période charnière dans leur histoire contemporaine. Elle introduit enfin la notion de risque qui trouve un écho « retentissant » dans l'actualité récente des îles avec les difficultés de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de Belle-Île au cours du second semestre 2005 (fig.I.2). Ainsi, et de manière plus ou moins inopinée, la sécheresse de 2005 place le risque de pénurie d'eau d'origine climatique au cœur de la problématique générale.

Figure I.2 : Sécheresse et pénurie d'eau à Belle-Île en 2005
(Ouest-France, 4 mai 2005)

Un terminal flottant d'un kilomètre installé en juin à cause de la sécheresse

Des bateaux d'eau pour ravitailler Belle-Ile



Pour éviter la pénurie, cet été, à Belle-Ile, la décision vient d'être prise de ravitailler l'île en eau douce et par bateau. L'opération se déroulera en juin. Elle devrait permettre de ravitailler les milliers de touristes qui résident sur l'île chaque été.

Pour que l'eau potable ne manque pas cet été, il va falloir ravitailler Belle-Ile-en-Mer par bateau, comme en 1974 et 1989. Une décision qui vient d'être prise à cause de la sécheresse. En juin, un terminal flottant d'un kilomètre de long va permettre de remplir la réserve du barrage de Borsloch.

Toutes les mesures le montrent : la réserve en eau de Belle-Ile-en-Mer n'est pas remontée depuis début mars, où elle était de 375 000 mètres cubes. Les pluies de printemps n'ont pas suffi. La conséquence est claire : l'eau douce va manquer cet été. In-

acceptable pour les élus qui ont décidé de réagir. Communauté de commune, conseil général, préfecture et syndicat départemental de l'eau se sont réunis pour trouver une solution.

Un terminal installé en mer

La décision vient donc d'être prise de ravitailler l'île en eau par bateau, après deux mois d'études. « En théorie, il faudrait entre 100 000 et 150 000 mètres cubes », explique Christine Illiaquer-Vuillemot, chargée du dossier de l'eau à la communauté de communes. La facture sera lourde, mais « la solidarité départementale

devrait jouer. Nous sommes en train de chiffrer l'opération ».

Le projet est bien plus compliqué qu'il n'y paraît : il faut trouver un bateau ayant une capacité de 10 000 à 20 000 mètres cubes, et une zone suffisamment profonde pour qu'un tirant d'eau de 10 mètres puisse passer. « Le port du Palais est trop encombé et la canalisation en fonte pour le ravitaillement en eau a été supprimée. »

C'est donc en pleine mer que se trouve le salut : « Nous allons installer un terminal en mer, à un kilomètre de la côte environ, pour que le bateau ravitailleur puisse y accoster, là où les fonds marins sont

suffisants, explique-t-on à la communauté de communes. La canalisation, d'un diamètre de 200 millimètres, reposera sur des bouées géantes, du terminal jusqu'à l'île. À terre, des pompes aspireront l'eau qui sera acheminée jusqu'à la réserve du barrage de Borsloch. »

Pourquoi en juin ? « Parce que nous souhaitons avoir reconstitué la réserve avant les mois d'été. La volonté des élus est que les estivants n'aient pas de problème d'eau cet été. » Pour faire face, il faudra 4 000 mètres cubes par jour, soit quatre fois plus qu'en hiver.

Éric de GRANDMAISON.

Une prérogative : gérer le risque de pénurie d'eau

La nature des enjeux liés au risque climatique est différente selon qu'ils concernent les pays riches ou les pays pauvres : ils sont avant tout humains pour les seconds, alors qu'ils restent majoritairement matériels pour les premiers. Les pertes humaines y restent limitées grâce au niveau atteint de prévention et de prévision si bien que ce sont les biens qui subissent des dommages considérables dans le cas d'événements paroxysmiques tels que les pluies diluviennes ou les cyclones. Paradoxalement, « le développement constant des infrastructures et des réseaux conduit à une exposition et une fragilité accrues » des sociétés occidentales face à ces aléas climatiques (Vigneau, 2005). Le risque de pénurie d'eau d'origine climatique se pose de façon différente puisqu'il est généré par la sécheresse qui « peut être perçue comme un « non-événement », par opposition au phénomène de crue : cette absence de brutalité dans son installation veut qu'elle ne soit pas immédiatement dangereuse, puisqu'elle ne fait surgir devant les hommes aucune menace imminente. De plus, comme ses manifestations les plus graves ne surviennent pas à l'improviste, elle ne suscite aucune frayeur spontanée, aucune panique grégaire » (Chartier, 1962, *in* Dubreuil, 1994). Il n'en demeure pas moins que les sécheresses et leurs conséquences hydrologiques – comme tout aléa climatique – sont elles aussi plus durement ressenties qu'auparavant par des sociétés occidentalisées plus vulnérables aux aléas naturels (Lamarre et Pagney, 1999).

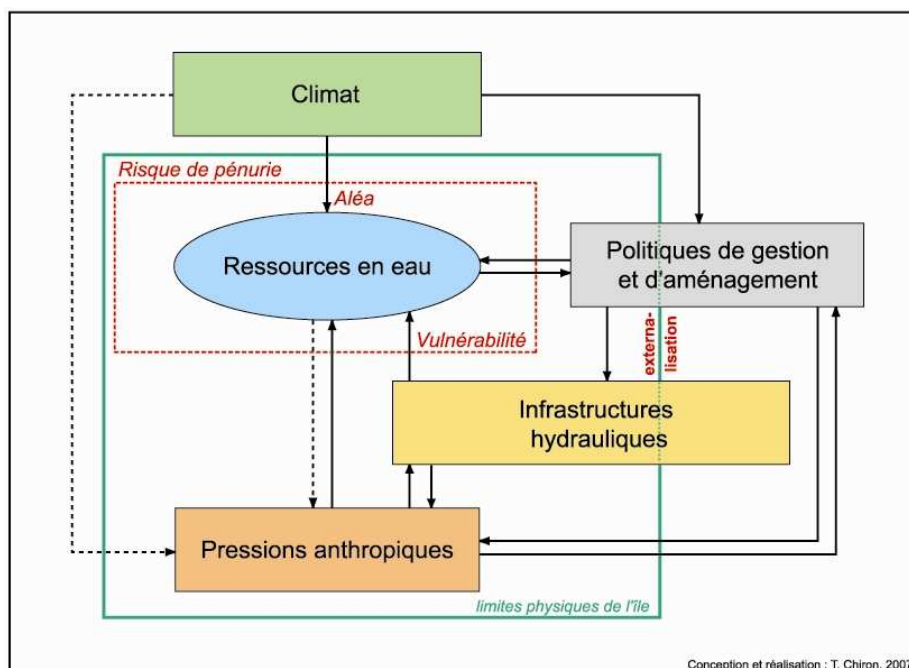
J.-P. Vigneau (1996) rappelle combien le terme de sécheresse est familier. Si la définition est multiple et même un « casse-tête terminologique » (Dubreuil, 2005), il propose de faire la distinction entre deux types de sécheresse :

- la sécheresse structurelle, composante de la trame ordinaire du climat et inscrite dans sa caractérisation saisonnière,
- la sécheresse accidentelle, d'occurrence peu fréquente (rare voire exceptionnelle), qui appartient précisément à la variabilité intrinsèque du climat et échappe de fait à la normalité, constituant un aléa potentiellement préjudiciable pour les activités et le développement anthropiques.

Dans le contexte géographique de la Bretagne, dont la réputation pluvieuse n'est plus à faire, la prévalence d'un climat tempéré océanique induit une constance de l'humidité, avec un nombre de jours pluvieux élevé, la faiblesse des amplitudes thermiques diurnes et saisonnières, et un bilan hydrique globalement positif puisque les prélèvements par évapotranspiration sont *toujours* inférieurs aux apports par précipitations, « ce qui ne rend que plus insolites les accidents climatiques, comme la sécheresse de 1976 par exemple » (Lageat, 2004a). D'aucuns pourront donc s'étonner que les îles bretonnes aient à craindre un quelconque manque d'eau. L'actualité climatique récente semble pourtant indiquer que la question mérite d'être posée, la sécheresse de 2005, qui a particulièrement affecté les régions de l'Ouest français, rappelant combien « les idées préconçues sur le climat des régions de l'ouest de la France doivent donc (toujours !) être dépoussiérées » (Dubreuil, 1994). L'influence atlantique n'exclut pas l'occurrence de sécheresses qui, ces dernières années, ont d'ailleurs révélé des problèmes latents en terme de gestion des ressources en eau (Dubreuil, 2005), notamment sur les îles de l'ouest de la France : « au total, les sécheresses dans l'ouest de la France ne provoquent pas d'importants problèmes quantitatifs quant à l'approvisionnement en eau domestique, à l'exception des îles lors des épisodes les plus marqués » (Dubreuil, 1994).

Les politiques de gestion des ressources insulaires en eau doivent à la fois intégrer et interagir sur les différentes composantes – naturelles, anthropiques et infrastructurelles – du cycle de l’eau circonscrit aux limites physiques de l’île. Si celles-ci ont été transgressées dans le cas des îles raccordées aux réseaux hydrauliques continentaux, l’objectif de cette thèse est bien d’inscrire la durabilité de la gestion de la ressource en eau des îles autonomes fondée sur l’internalisation infrastructurelle (fig.I.3). Au cœur de la problématique, le risque de pénurie d’eau semble tangible sur les îles bretonnes ; il est *a priori* lié à la variabilité hydroclimatique (aléa) susceptible d’exacerber leur déficit structurel (vulnérabilité), voire d’incriminer la trop grande pression anthropique qui s’exercerait sur leurs ressources hydriques endogènes. Les îles se retrouveraient-elles dans cette situation plutôt originale selon laquelle leurs stratégies de gestion des ressources en eau sont à la fois celles de pays arides – pour lesquels ces choix résultent avant tout de la pénurie d’origine climatique, et celles qui se déploient dans les pays pluvieux et qui sont essentiellement dues à l’ampleur des besoins (Lamarre et Pagney, 1999) ?

Figure I.3 : Les interactions multifactorielles de la gestion des ressources insulaires en eau.



Une recherche en quatre actes

La démarche réflexive pour répondre à la question fondamentale de l’(in)adéquation des ressources en eau des îles bretonnes s’articule autour de quatre parties thématiques. La première constitue un préambule conceptuel nécessaire à la définition exhaustive de la problématique. Sa mise en perspective géographique est ensuite assurée par une synthèse bibliographique de la question de l’eau sur les îles en général : son objectif est de développer le schéma conceptuel de la recherche (fig.I.3) en étayant précisément les pré-requis méthodologiques et en les adaptant au mieux au contexte insulaire.

Le corps de la thèse est fondé sur le diagnostic territorial (Rouxel et Rist, 2000) des îles en situation d'autonomie hydraulique, diagnostic spécifiquement concentré sur leurs ressources en eau. Aussi la deuxième partie est-elle consacrée à la caractérisation du potentiel hydrologique des îles bretonnes en situation d'autonomie hydraulique. Elle constitue l'entrée primordiale au diagnostic territorial insulaire en évaluant les ressources hydriques endogènes disponibles pour la production d'eau potable. Elle s'appuie sur les techniques du climatologue et de l'hydrologue pour finalement estimer les flux disponibles.

La troisième partie analyse les aspects anthropiques en tentant de circonscrire les enjeux de la gestion des ressources en eau sur les îles étudiées. Dans un premier temps, il s'agit d'appréhender sociologiquement l'historicité et la contemporanéité de la question de l'eau. Dans un second temps, il s'agit de fournir les explications et surtout de quantifier concrètement les conséquences des évolutions sociologiques des usages de l'eau sur les ressources des îles. Au total, une soixantaine de jours ont été consacrés au terrain, dont plus des deux tiers sur les îles, pour consulter les archives, réaliser des entretiens avec des îliens et les gestionnaires des services d'eau. Les techniques élémentaires de géomatique et de cartographie ont été utilisées pour compléter l'analyse par un inventaire des équipements hydrauliques anciens et actuels.

La quatrième et dernière partie est axée sur les modalités de gestion des ressources insulaires en eau, dont les éléments structurants sont liés au risque de pénurie d'eau d'origine climatique. La maîtrise de ce risque a nécessité de lourds investissements dans les politiques d'équipements hydrauliques des îles. Aussi l'efficacité technico-économique des infrastructures est-elle analysée, afin d'infirmer ou de confirmer la présomption de surinvestissement sur les îles. Mais c'est surtout la quantification du risque de pénurie d'eau qui pourrait constituer une avancée novatrice pour les élus et gestionnaires des îles. Fondée sur la fréquence d'occurrence de l'aléa climatique engendrant la crise hydraulique, une approche méthodologique originale de la problématique de pénurie d'eau est développée afin de fournir des indicateurs de performance des politiques de gestion de l'eau sur les îles étudiées. Couplée à une prospective sur la demande en eau à court et moyen termes, la démarche offre enfin une lisibilité sur l'avenir : en fonction de l'acceptabilité du risque, elle constituerait une aide à la prise de décision.

PREMIERE PARTIE :
Quelle problématique de l'eau sur les îles ?

**Gérer durablement les ressources en eau :
une priorité du développement des territoires**

**L'eau et les îles :
définition des enjeux et retours d'expériences insulaires**

Chapitre 1 :

Gérer durablement les ressources en eau : une priorité du développement des territoires

Introduction

Ce premier chapitre est consacré à la définition des concepts fondamentaux que la recherche menée a permis d'approfondir. Il s'agit de justifier de leur pertinence épistémologique et de montrer de quelle manière ils sont envisagés. Ce préalable, qui pourra sembler fastidieux pour le lecteur averti, est pourtant indispensable : il permet de souligner les efforts théoriques et méthodologiques nécessaires pour mener à bien une réflexion structurée et objective sur le thème général de la gestion des ressources en eau, dans la perspective du développement durable. Ce chapitre introductif présente les résultats d'une synthèse bibliographique menée principalement au cours du premier semestre de la thèse, auprès d'un corpus d'ouvrages et d'articles scientifiques récents, voire d'actes de colloques consacrés aux thématiques du développement durable et de la gestion des ressources en eau. Il fixe de la sorte les objectifs généraux en définissant les étapes principales de la recherche dans le souci d'y inclure un certain nombre de « garde-fous » méthodologiques.

Il s'agit ainsi de définir concrètement en quoi consiste la gestion des ressources en eau dans la perspective du développement durable. Pour Jean-Pierre Pinot, la gestion est « l'art de guider l'ensemble d'un système, c'est-à-dire de diriger par la volonté humaine, à la fois l'évolution physique et l'évolution de l'utilisation. La gestion peut comporter de l'aménagement, c'est-à-dire des interventions matérielles, mais elle peut aussi ne comporter que des mesures juridiques sans une traduction matérielle sur le terrain » (Pinot, 1998). Quant à la notion de ressource, elle n'existe que par son utilisation effective ou potentielle par l'homme et est d'emblée fondamentalement évolutive du fait des exigences changeantes des utilisateurs d'une part (normes par exemple qui modifient le niveau d'utilisation de la ressource), et, d'autre part, des activités humaines qui modifient sa qualité et sa quantité. En outre, les ressources ne sont « renouvelables » que dans le cadre d'une norme définie : « Sans normes, il n'y a pas d'évaluation possible de l'état de la ressource », afin de juger précisément de son caractère renouvelable. De plus, un cadre géographique doit être clairement défini, en distinguant l'aire d'accès à la ressource et l'aire d'influence sur la ressource (Deffontaines, 2001).

Le chapitre s'articule autour de quatre points thématiques principaux :

- un développement épistémologique des principes du développement durable et de gestion de l'eau,
- la définition d'une unité territoriale pertinente de recherche,
- les principes de gestion de l'offre et de la demande,
- le risque de pénurie, thématique émergente.

Il s'agit de définir une échelle spatiale générale de travail sur laquelle pourra être appliquée une grille thématique qui guidera la recherche de manière normée. La démarche a pour objectif de valider *a posteriori* le choix géographique des îles comme territoire d'analyse des modalités de gestion durable de l'eau, sujet de la thèse.

1. Gérer durablement les ressources en eau

1.1. Du développement durable

1.1.1. Les origines d'un concept récent

Un rapport de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) essayait dès 1951 de concilier écologie et économie dans la stratégie mondiale de la conservation, en formulant ce qui allait devenir le noyau dur du concept de développement durable (UICN/PNUE/WWF, 1980) : « Le genre humain a parfaitement les moyens d'assumer un développement soutenable, de répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité des futures à venir de satisfaire les leurs » (Danais, 2001). Remis au Club de Rome en 1972, le rapport Meadows sur les limites de la croissance a alimenté d'importants débats en développant la thèse selon laquelle la croissance exponentielle de la population et des niveaux de vie buterait à terme sur la rareté des ressources naturelles fondamentales : énergie, eau, et sols. Ses conclusions alarmistes firent place à l'idée qu'il ne convenait pas de récuser cette croissance en tant que telle, mais d'identifier les conditions grâce auxquelles la préservation de l'environnement serait garantie. Cette même année, la Conférence de Stockholm inaugurait la réflexion des Etats sur les liens entre la protection de l'environnement et le développement humain, et lançait le concept d'« éco-développement ». Il s'agissait finalement du concept de « sustainable development », traduit en français par « développement durable », et popularisé en 1987 par le rapport *Notre avenir à tous* - de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (1989) (commission dite Brundtland du nom de Mme Gro Harlem Brundtland qui l'a présidée). Il sera repris par l'Assemblée générale des Nations Unies en 1992, lors de la Conférence de Rio sur le climat, pour être défini ainsi : « Le développement durable permet de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins ». Les nombreux débats qui ont eu lieu depuis la conférence de Rio corroborent ces aspirations : ils concernent l'opposition entre une vision anthropocentrique et utilitariste du monde, et celle privilégiant la conservation des ressources naturelles, chacune renvoyant à un modèle de développement différent. La question fondamentale qui est finalement posée n'est pas « croissance ou pas croissance ? », mais plutôt « quel contenu donner à la croissance ? ».

C'est ce contenu qui doit traduire l'idée d'un développement véritablement durable - ou plutôt soutenable, exprimant la prise en compte des interdépendances entre les activités humaines, les territoires géographiques et leur environnement aux échelles tant planétaire que locale (Zuindeau, 1995). Le concept de développement durable est donc très récent dans l'histoire de l'Humanité, pour laquelle l'écologie reste d'ailleurs une préoccupation nouvelle. Il intègre finalement trois champs thématiques transdisciplinaires : l'économie, les sciences de la société, et les sciences de l'environnement, obligeant également à s'interroger sur ses dimensions spatiotemporelles : quel territoire considérer, à quel horizon temporel ? Enfin, il peut être retenu que le concept vise à répondre à sept prérogatives définissant les objectifs à poursuivre (Rouxel et Rist, 2000) :

- assurer la diversité de l'occupation des territoires,
- faciliter l'intégration et la pérennité des populations,

- valoriser le patrimoine,
- économiser et valoriser les ressources,
- assurer la santé publique,
- organiser la gestion des territoires,
- favoriser la démocratie locale.

1.1.2. Dimensions temporelles et spatiales du développement durable

« Le principal défaut de la plupart des pseudo-définitions du « développement » tient au fait qu'elles sont généralement fondées sur la manière dont une personne (ou un ensemble de personnes) se représente(nt) les conditions idéales de l'existence sociale [...]. Si le « développement » n'est qu'un terme commode pour résumer l'ensemble des vertueuses aspirations humaines, on peut conclure immédiatement qu'il n'existe nulle part et qu'il n'existera probablement jamais » (Rist, 1996) ; *in* Godard, 2001). Par conséquent, un développement durable n'en est-il pas moins accessible ? Ne reste-t-il pas, implacablement, qu'une pieuse utopie scientifique à l'échelle planétaire tant les prérogatives politico-économiques libérales semblent peu enclines aux préoccupations environnementales ? Le concept de développement durable invite, quoi qu'il en soit, à aller plus loin que les seules considérations économiques en posant la question de l'équité, en termes de redistribution des richesses entre générations, mais également au sein d'une même génération (équité inter et intra-générationnelle). Depuis ces trente dernières années, les approches standard du développement ont souvent été sectorielles, se focalisant essentiellement sur des problèmes d'efficacité dans l'allocation des ressources et d'internalisation des effets externes des dommages du développement sur l'environnement. La question des échelles spatiotemporelles des interactions entre biosphère et sociétés humaines est elle aussi soulevée (Levarlet, 2001) : elle trouve un écho particulier dans la notion de **capacité de charge** (Arrow *et al.*, 1995), notion dont il sera plus longuement fait état dans la suite du propos.

Sémantiquement, les termes « durable » et « durabilité » s'avèrent d'ailleurs réducteurs car ils recentrent le concept uniquement sur l'aspect temporel, certes fondamental (Danais, 2001). La temporalité est une dimension évidemment essentielle : la soutenabilité replace le temps au cœur des réflexions, voire des décisions, dans l'opposition court et long terme. Elle implique aussi une dynamique qui doit conduire à étudier les processus les plus pertinents à l'interface acteurs-environnement, situant l'analyse au carrefour des données des sciences du milieu et des sciences sociales. Ainsi « la comparaison des processus suppose une grille d'évaluation fondée sur un modèle commun de références et donc un choix de critères d'état du système [...] ; l'état de plus ou moins grande « soutenabilité » d'un système « acteurs-territoire » s'apprécie précisément à la rencontre entre l'analyse des changements d'état de l'environnement et l'analyse dynamique des systèmes d'acteurs » (*ibid.*). Ces changements d'état peuvent intervenir tout au long de la vie du système naturel et/ou anthropique. Les temps du systèmes sont par conséquent multiples ; il faut citer les trois principaux : les temps astronomiques, le temps météorologique et le temps social. Le premier intègre le cycle des marées, la variation quotidienne de la luminosité et les saisons thermiques ; le deuxième concerne la régularité climatique normale ainsi que la variabilité intra-annuelle réduite et interannuelle qui peut être élevée ; le dernier est celui de la société imposant un temps cyclique avec l'alternance de migrations telles que, pour nos sociétés occidentales

au moins, les vacances et les périodes scolaires. Les cycles touristiques sont d'ailleurs particulièrement brutaux d'un point de vue écologique (Regnauld *et al.*, 1993).

La notion de **territoire** est la seconde dimension primordiale dans l'appréhension du développement durable. En cela, la géographie contemporaine offre une trame utile aux recherches sur le développement durable en invitant à considérer la « situation géographique » comme un concept de base pour l'appréhension du développement : celui-ci se fonde obligatoirement sur des interactions entre des lieux multiples, appréhendables à toute une gamme d'échelles, du local au global. Ces interactions entretiennent des rapports de force entre elles, ce qui peut signifier conflits, choix collectifs, arbitrages... Il est donc nécessaire de définir précisément les aires de pertinence du problème étudié, « soit en fonction des échelles, soit par la considération des discontinuités ou barrières spatiales, soit par l'évaluation des vrais « territoires sociaux » pertinents en termes de vulnérabilité, d'impact, de sensibilité au changement, etc. » (Robic et Matthieu, 2001). En outre, la finalité des réflexions sur le développement durable est d'améliorer les processus de décision ou de gestion. Elle ne semble envisageable que sur les systèmes locaux, car seule cette échelle permet – sous réserve de validation bien entendue – de prendre en compte la complexité des interactions en cause, à travers les processus décrits. L'échelle d'un « pays » au sens de la géographie rurale, ou pour le moins une échelle administrative plus petite que la région, constitueraient vraisemblablement l'entité spatiale pertinente pour identifier les structures et acteurs impliqués. L'analyse comparative d'un échantillon de tels systèmes locaux devrait alors permettre d'expliquer les tendances, les interactions et les besoins à l'échelle globale, même si une somme d'évolutions locales soutenables ne fait pas *ipso facto* un développement soutenable (Danaï, 2001).

L'appréciation de la durabilité du développement n'est donc possible que sur des territoires clairement définis, afin que les relations entre l'ensemble de ses composantes soient exhaustivement explicites. Le croisement des différentes temporalités aux exigences sociales et écologiques liées à un espace géographique circonscrit oblige à adopter une attitude méthodologique rigoureuse. Aussi la normalisation de toute analyse sur le développement durable est-elle une condition primordiale : « Toute recherche relative à la soutenabilité doit se situer à la rencontre de deux trajectoires, correspondant aux deux versants du développement soutenable : l'une issue des sciences naturelles, tendant à objectiver les tenants et aboutissants des défis environnementaux (qu'ils soient globaux ou locaux), l'autre issue des sciences sociales, véhiculant une approche normative (identitaire, patrimoniale, procédurale, contractuelle, éthique...) de l'environnement. On peut donc parler d'un « paradigme » du développement soutenable » (*ibid.*). Une approche géographique s'avère des plus indiquées pour mener à bien cette réflexion sur le développement durable des territoires insulaires : la préservation de l'environnement y est effectivement un enjeu crucial (Brigand, 1999) ; de plus, l'insularité répond aux exigences conceptuelles présentées en offrant les conditions recherchées de discontinuité spatiale voire de territoires sociaux. La démarche analytique doit enfin être normalisée, ce qui, du point de vue de la méthode, nécessite la définition d'une grille d'évaluation des changements d'état du système dans son ensemble.

1.2. La gestion des ressources en eau : vers une « nouvelle culture de l'eau »⁷

Pour les sociétés occidentales modernes, le sujet de l'eau révèle trois idées reçues héritées du passé, bien antérieures au XIX^e siècle et l'avènement de l'ère industrielle. La première est l'idée même de ressource renouvelable. Les économistes classiques et néoclassiques du XVIII^e et du XIX^e siècles considèrent en effet l'eau comme un bien d'usage nécessaire mais sans valeur d'échange car disponible en quantité illimitée donc inépuisable (Petit, 2004). La deuxième recouvre la dimension exclusivement purificatrice de l'eau, portée par les symboliques religieuses liées à l'élément liquide : l'eau du baptême, l'eau du lavement. Enfin, tombant physiquement du ciel, l'eau est un don de celui-ci, au sens propre comme au figuré : la notion du don implique la gratuité de la ressource (Margat, 2000).

Jusqu'à l'aube du XX^e siècle, cet héritage conceptuel et culturel s'explique par des besoins en eau demeurés faibles et fruits d'efforts généralement individuels pour son obtention. Le concept de ressource en eau n'apparaît d'ailleurs qu'au cours de ce siècle. Il est intéressant à ce titre de rappeler l'origine du mot : selon le dictionnaire *Le Petit Robert*, il vient de l'ancien français *resourdre*, soit rejaillir ; les ressources naturelles sont, quant à elles, un « ensemble de potentialités qu'offre le milieu naturel physique ». L'idée de ressource traduit bien l'existence virtuelle d'un stock d'eau douce, dont la qualité et la quantité dépendent de la bonne gestion des volumes entrants et sortants. J.-P. Deffontaines (2001) rappelle que la notion de ressource naturelle n'existe qu'au regard des activités humaines : « un élément du milieu naturel devient ressource dès lors qu'il est affecté de propriétés conformes aux exigences des activités et aux besoins de la société. [...] l'eau est ressource en eau potable quand elle présente des propriétés chimiques et bactériologiques particulières jugées aptes à la consommation humaine ».

Les atteintes au stock ont motivé depuis la seconde moitié du XX^e siècle l'émergence de véritables politiques de gestion et de marchandisation de l'eau, notamment aux Etats-Unis, au Chili et en Inde (Bauer, 1997 ; Simpson et Ringskog, 1997). Les années 1980 voient l'avènement d'une nouvelle conscience environnementale fondée sur une considération globale des atteintes aux milieux naturels et l'émergence du concept de développement durable. Alors que les questions de pollution relèvent d'une géographie locale, les pluies acides, la détérioration de la couche d'ozone ou encore les discussions scientifiques sur l'effet de serre démontrent que « le champ de manifestation de la pollution est planétaire » (Zuindeau, 1995). Ce dernier ne saurait être traité qu'en envisageant une concertation internationale dont les principes et objectifs ont fondé l'Agenda 21, qui fixe d'ailleurs comme enjeu majeur la « protection des ressources en eau douce et de leur qualité » par « l'application d'approches intégrées de la mise en valeur, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau ». A l'échelle mondiale, la pression sur les ressources en eau devient effectivement préoccupante : les volumes consommés augmentent en effet plus vite que la population ne croît. Selon les Nations Unies (Annan, 2000), entre 1900 et 1995, la consommation totale en eau douce a été multipliée par six, soit un rythme deux fois plus élevé que le taux de croissance démographique observé sur la même période. En 1950, la ressource en eau mondiale est estimée à 17 000 m³ annuels par habitant ; d'après le Ministère français de l'Ecologie et du Développement Durable, ce chiffre a chuté à 7 500 m³ à la fin des années 1990 et pourrait s'abaisser à 5 100 en

⁷ Margat, 2000

2025, du fait de l'industrialisation, de l'intensification agricole, de l'urbanisation et de la croissance démographique (Oudin, 2004).

Une réflexion est donc engagée sur une « vision mondiale de l'eau », réflexion initiée en 1977 à la conférence des Nations Unies sur l'eau à Mar del Plata : elle veut la prise de conscience internationale de la nécessaire gestion intégrée des ressources en eau. La déclaration finale de la conférence de Paris en 1998, centrée sur le thème « eau et développement durable », souligne l'urgence d'améliorer la connaissance des ressources en eau et des usages, de favoriser le développement des capacités institutionnelles et humaines, de définir les stratégies pour une gestion durable de l'eau, et d'identifier les moyens de financement appropriés. En mars 2000, le deuxième Forum Mondial de l'Eau de La Haye oriente les réflexions sur la sécurité de l'eau au XXI^e siècle. Les fondements en ont été exposés et approuvés, sans qu'il y ait pour autant d'engagements financiers formels de la part des 118 ministres signataires en faveur d'une plus grande solidarité avec les pays en développement. Les grands principes émis étaient pourtant l'accroissement massif des investissements dans le domaine de l'eau, et une augmentation des financements publics pour la recherche et l'innovation dans l'intérêt des populations. Enfin, le principe de la tarification de tous les services d'eau en fonction de la totalité des coûts, selon le principe : « l'eau paie l'eau », instaure résolument le caractère économique de la ressource. L'ensemble des débats appelle ainsi de plus en plus à la mise en œuvre concrète des grands principes fédérateurs de gestion de l'eau exprimés ces dernières années :

- lutter contre la pauvreté,
- protéger et gérer des ressources comme les conditions essentielles du développement durable,
- instaurer une gouvernance,
- instaurer un climat favorable aux investissements et lutter contre la corruption,
- respecter les diversités culturelles,
- donner la priorité à l'Afrique.

Finalement, il s'agit de redéfinir la conception même que les sociétés modernes ont de l'eau : à ce titre, l'article premier de la loi française n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau stipule que « l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation »⁸. Surtout, « nous devons accepter que les ressources ne sont ni illimitées, ni invulnérables, et que l'eau doit devenir un bien économique ». Cette assertion pose les fondements majeurs d'une « nouvelle culture de l'eau » qui tient en trois points fondamentaux (Margat, 2000) :

- devenir économe,
- comprendre les interactions des activités humaines sur l'eau, avant et après usage : « nous devons désormais mieux concilier l'aménagement et le management des eaux »,
- considérer l'eau comme un bien économique.

Le secteur de l'eau relève bien de ces préceptes d'intégration économique, sociale et environnementale : il est au cœur des grands courants structurants que sont la

⁸ Loi sur l'eau du 3 janvier 1992, publiée au Journal Officiel de la République Française du 4 janvier 1992

démocratisation, l'organisation des sociétés civiles, la prévention des conflits, l'amélioration de la santé, la réduction de la pauvreté. Compte tenu des atteintes qualitatives et quantitatives, des pressions démographiques et financières, actuelles et futures, la tendance est à l'aggravation de la situation présente : le secteur de l'eau est en crise, et « c'est notre volonté de promouvoir le développement durable qui est en jeu dans ce nouveau civisme de l'eau » (Margat, 2000). L'applicabilité concrète de ces préceptes conceptuels est pourtant loin d'être facile, puisqu'il semble bien qu'il faille reconnaître que beaucoup d'expériences ou actions engagées restent à l'étape de la réflexion, de l'effet d'annonce : le développement durable local demeure plus un slogan que l'expression d'une véritable volonté politique (Theys, 2002). La gestion des ressources en eau, dans la perspective d'un développement durable, appelle une normalisation des démarches cognitives et prospectives avec pour principaux prérequis la connaissance des ressources et des usages et la définition de stratégies pour une gestion durable. Cela nécessite une définition claire de l'unité territoriale considérée, sachant que le consensus postule pour un développement durable et une gestion des ressources en eau applicables à l'échelle locale.

2. Gestion durable des ressources en eau et unité territoriale

2.1. Quelle unité territoriale de gestion des ressources en eau ?

« [...] L'enjeu de l'eau est largement territorialisé. Les recherches et les études conduites pour contribuer à une gestion à long terme de l'équilibre entre ressource et demande en eau se doivent d'intégrer cette dimension territoriale, ce qui soulève de multiples questions méthodologiques » (Mermet et Treyer, 2001). Cette assertion pose la question de l'unité territoriale à considérer pour satisfaire aux objectifs de gestion durable des ressources en eau. La définition d'une unité territoriale de gestion de l'eau doit permettre de satisfaire deux prérogatives :

- la première est évidemment de permettre d'appréhender dans leur globalité les fonctionnements hydrologiques et techniques de l'ensemble du territoire : flux d'eau, évolution de la demande en eau, afin d'aboutir à un bilan comptable précis de l'équilibre entre ressource et demande ;
- la seconde consiste à permettre la définition d'une communauté de gestion de l'eau : chercheurs, qu'ils soient hydrologues, économistes, sociologues, etc., ingénieurs, décideurs, participants de la société civile...

Selon les périodes ou les aires géographiques du débat sur l'eau, sa gestion quantitative a soit été posée en termes de disponibilité et de mobilisation de la ressource, soit, plus récemment, comme un problème de maîtrise de la demande et de considération du fonctionnement naturel de l'hydrosystème. Ainsi, la définition de l'unité territoriale doit permettre d'analyser à la fois (*ibid.*) :

- le fonctionnement des systèmes hydrologiques naturels d'où provient l'eau (bassin versant),
- le fonctionnement et le développement des systèmes techniques de mobilisation et d'approvisionnement de la ressource (bassin d'approvisionnement),
- les enjeux d'évolution et de maîtrise de la demande en eau (bassin de la demande).

La Commission mondiale pour l'eau au XXI^e siècle a fourni des éléments de réponse lors du second forum mondial de l'eau de La Haye, en postulant pour la seule échelle hydrographique du bassin versant : « si on accepte le principe de la gestion intégrée des ressources en eau, alors elle passe nécessairement par la gestion systémique à l'échelle du bassin versant » (Commission mondiale pour l'eau, 2000). Cependant, les contraintes exposées précédemment sur les fonctions d'une unité territoriale de gestion cohérente supplantent totalement la simple dimension du bassin versant. Celui-ci ne peut, en effet, contenir géographiquement la totalité des flux et des évolutions auxquels la ressource hydrologique est soumise. En effet, les systèmes de transferts d'eau, d'interconnexions de réseaux de distribution, voire de grands barrages, témoignent de logiques politiques et économiques redimensionnant la question à des territoires non plus seulement naturels mais également socio-économiques. Ainsi, à l'aire territoriale naturelle d'approvisionnement qu'est le bassin versant se substitue celle de la demande en eau.

« Dans une optique de long terme, la demande tend à imprimer ses logiques territoriales propres » (Mermet et Treyer, 2001). Ces mêmes auteurs citent les travaux de

J.-B. Narcy (2000), lequel affirme que « les acteurs de la gestion du territoire ont imposé - et imposent encore - aux acteurs de l'eau qu'ils adaptent les flux d'eau aux exigences du territoire, plutôt que d'adapter les actions territoriales aux structures et logiques de la gestion de l'eau ». Ainsi, tout travail de prospective sur l'équilibre ressource-demande doit s'évertuer à définir une unité territoriale cohérente et appropriée, définies à partir des circulations naturelles et techniques de l'eau. Il s'agit donc d'un travail préalable qui relève avant tout de la géographie comme discipline d'analyse des territoires et des dynamiques socio-économiques qui les caractérisent. Dans la majeure partie des cas, ces dynamiques très fortes complexifient considérablement la simplicité du bassin versant, aussi l'unité spatiale retenue combinera-t-elle bassin(s) versant(s), bassin d'approvisionnement et bassin de la demande. Dans les échelons administratifs français, le département est aussi celui au sein duquel se rapportent les compétences des gestionnaires ainsi que les actions menées quant à la préservation de l'eau (Veyret *et al.*, 2004).

Dans la prospective menée sur la gestion des ressources de la région de Sfax en Tunisie, les scénarios ont montré qu'une plus forte implication des organisations professionnelles dans les problèmes qui concernent leur approvisionnement en eau serait très importante pour rendre plus cohérentes les options d'aménagement du territoire avec les limites d'exploitation de la ressource en eau. Dans le cadre des recherches et discussion sur la capacité d'adaptation et sur la limitation du développement des pays par la limitation des ressources en eau naturelles, les scénarios développés dans le cas tunisien illustrent que les enjeux à long terme de la gestion de la ressource sont spécifiques à chaque région. Les conclusions soulignent également « l'intérêt d'un éventuel apprentissage local des nécessités de la gestion de la demande en eau, même imposé par les limitations locales de la ressource en eau, pour développer des solutions innovantes (techniques, institutionnelles) [...] » (Mermet et Treyer, 2001). La démarche utilisée a montré qu'il était possible de s'appuyer sur un contenu technique habituel (hydrologie, modèles, bases de données, etc.) des représentations du système de gestion de l'eau pour construire des scénarios prospectifs.

2.2. Un consensus méthodologique : le diagnostic territorial

La définition du développement durable d'un territoire ne pourra se satisfaire d'un objectif descriptif : la démarche doit être clairement explicative. Le seul découpage temporel ne suffit pas, il s'agit par conséquent d'effectuer une véritable analyse stratégique portant sur l'ensemble du système, à chaque période de son évolution. Quatre étapes sont nécessaires : il s'agit de définir successivement :

- le **réseau des acteurs**, et examiner comment ce réseau a évolué dans le temps,
- les **cadres de référence des acteurs**, et examiner comment ces acteurs ont évolué dans le temps (à travers leurs discours, pratiques et conceptions),
- leur **stratégie** dans chaque phase, et examiner comment ces stratégies ont pu évoluer,
- la **nature des enjeux environnementaux**, et examiner comment les indicateurs de ces enjeux ont évolué.

En somme, il faut disposer d'un diagnostic territorial à différentes périodes ou stades de l'évolution du système naturel et/ou anthropique considéré (Rouxel et Rist,

2000). Un diagnostic territorial n'est autre qu'un état des lieux s'inscrivant dans une démarche stratégique de développement d'un territoire ; il ne doit pas se limiter à une simple monographie (description objective d'un territoire), mais intervenir en vue d'un projet précis : étude d'impact, livre blanc, porter à connaissance... « Il s'agit bien d'évaluer l'état actuel d'un territoire au regard des enjeux de développement durable en mettant en évidence ses points forts et ses points faibles » (*ibid.*). Le diagnostic territorial doit répondre à un questionnement qui, classiquement, s'appuie sur une grille thématique : démographie, transports, habitat, environnement. Le questionnement et le raisonnement inscrits dans le diagnostic prennent appui sur les enjeux permanents du développement durable, l'objectif particulier du diagnostic et les spécificités du contexte local. Les questions principales qui en découlent permettront d'identifier précisément l'information à traiter qui prendra de ce fait du sens. Il est enfin important de préciser qu'il ne s'agit pas de tout savoir, mais de sélectionner les informations pertinentes au traitement des questions, et ce en mettant en place des « filtres » comme autant de dispositifs de sélection de l'information d'une part, et des dispositifs de précaution révélant leur nécessité (« veilleuses »).

Ces informations filtrées doivent finalement répondre à la question simple suivante : comment traduire sous une forme chiffrée la définition du développement durable du rapport Brundtland ? (Theys, 2001). La définition d'indicateurs est l'étape méthodologique majeure. Dans leur construction, il semble au groupe de travail de l'Ifen (Institut Français de l'Environnement) qu'une « démarche substantialiste » sert mieux le débat public et qu'elle est possible et acceptable à trois conditions (*ibid.*) :

- proposer une grille d'indicateurs suffisamment large pour être appropriée à tous les utilisateurs possibles,
- séparer clairement les données et leur interprétation, de manière à ne pas préjuger les différentes conceptions du développement,
- être pragmatique, c'est à dire délibérément orientée vers l'action et l'aide à la décision.

La définition d'un indicateur reste, quoi qu'il en soit, difficile car elle se heurte à deux limites objectives :

- l'aspect relatif de la soutenabilité (notion de substitutionnalité des ressources par exemple),
- l'état des connaissances au moment de cette définition.

Il s'agit enfin de définir les indicateurs les moins discutables pour représenter les trajectoires possibles de développement, voire de construire des grilles mettant en évidence des évolutions en termes de « différentiels de soutenabilité », pour aboutir à une comparaison ou une « échelle de référence » sur la base de ces référentiels. Cependant, la mesure de la « soutenabilité », via un ou des indicateurs, reste assujettie aux méthodes de fixation des normes et des acteurs impliqués, ainsi qu'aux processus de débat ou de médiation qui seront mis en œuvre et des conflits qui pourront en découler. La difficulté de la tâche sera dès lors de traduire le plus objectivement possible les résultats obtenus et de le faire si possible à l'aide d'indicateurs quantitatifs, « suffisamment sensibles pour mettre en évidence des changements de tendance, et susceptibles d'être interprétés comme reflétant effectivement un différentiel de soutenabilité d'une période à l'autre ou d'un état à l'autre du système » (Danais, 2001). J. Theys (2001) résume ainsi les indicateurs comme étant une tentative pragmatique pour « donner une forme » à la

problématique de développement durable : ils sont finalement un outil d'aide pour rassembler des présomptions multiples, en laissant ensuite la place à la diversité des interprétations, voire à la controverse.

* *

*

Si la gestion systémique de l'hydrosystème est validée, elle ne l'est plus à l'échelle du simple bassin versant. L'unité territoriale retenue doit faire se coïncider territoire de l'offre – dimension naturelle, celle du bassin versant – et celui de la demande – dimension socio-économique, celle de la société mobilisant les ressources hydriques. La démarche est alors cohérente tant en application du concept de développement que des prérogatives méthodologiques de gestion de l'eau ; le préalable est l'élaboration d'un diagnostic territorial fondé sur la définition d'indicateurs permettant une quantification diachronique des états du système. Les modes de gestion de la ressource se fonderont sur ces indicateurs d'évaluation de l'équilibre entre offre et demande, et devront être particulièrement sensibles aux seuils de rupture négative de cet équilibre, à savoir les ruptures synonymes de déficit hydrique et de situation de pénurie.

3. Les principes de gestion : l'équilibre offre-demande et le risque de pénurie

3.1. Les modèles de gestion de l'offre et de la demande

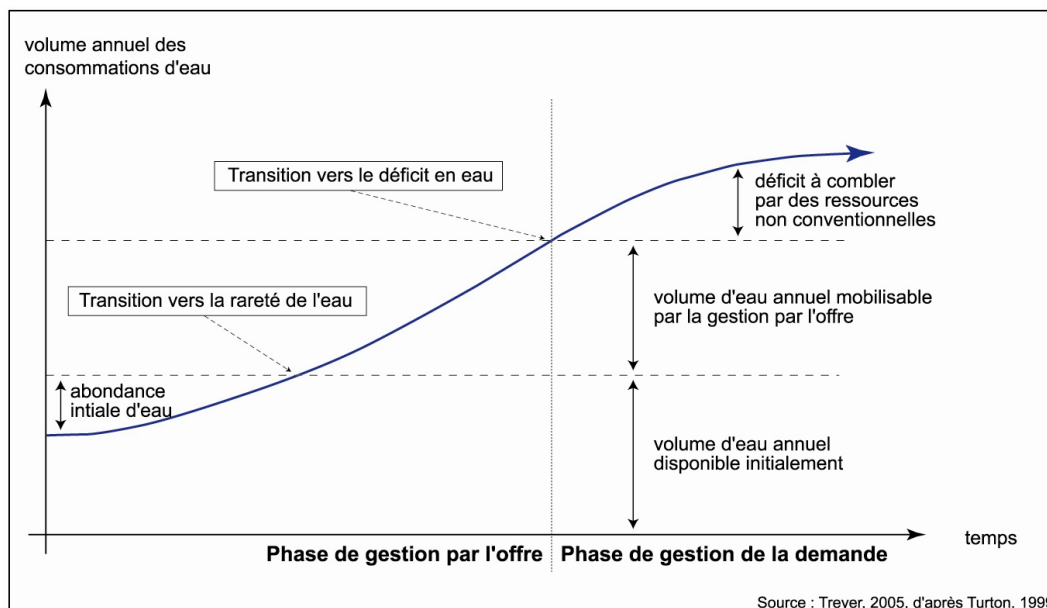
De nombreux indices sont développés pour traduire la suffisance ou l'insuffisance (situation de déficit) des ressources en eau. Parmi les plus généraux, l'indice de pression démographique est calculé à l'aide d'une valeur agrégée des ressources en eau à l'échelle nationale. Cette méthode de calcul ne prend pas en compte la variabilité de la disponibilité des ressources, spatialement et temporellement. Les problèmes localisés, parfois aigus, risquent ainsi d'être cachés par une moyenne nationale qui ne présente finalement pas un grand intérêt dans les projets de gestion hydrologique, conformément aux propos précédents. L'échelle nationale n'est définitivement pas pertinente pour étudier l'équilibrage des demandes en fonction des ressources disponibles en eau, notamment pour prendre en compte l'importance de la saisonnalité et de la régulation interannuelle dans le système d'approvisionnement en eau (Treyer, 2005).

La question fondamentale émergente est celle de la limitation possible d'un développement à long terme par les limites de la disponibilité naturelle en eau douce. Le type de conjecture utilisée pour y répondre via des indicateurs met en œuvre le cadre comptable en termes de flux d'eau. Ces projections consistent à faire le bilan entre la croissance des besoins et l'augmentation de la mobilisation des ressources en fonction des programmes d'aménagement. Deux positions peuvent s'imposer dans le débat mené : d'une part, une confiance dans le progrès technologique à assurer à long terme une diminution des coûts de mobilisation de nouvelles ressources, affranchies des limites naturelles de la ressource en eau ; d'autre part, la **vulnérabilité à moyen terme** du système d'approvisionnement en eau et la nécessité de mieux comprendre la croissance des usages de l'eau. Les débats sur la rareté de la ressource en eau ont également porté sur l'importance de la **capacité d'adaptation des sociétés** concernées. Cette capacité a été démontrée au cours des siècles par les savoir-faire techniques et organisationnels traditionnels en pays arides, régulièrement confrontés aux problèmes de pénurie. Ces mêmes débats ont enfin permis d'être plus critique quant à la confiance dans les solutions techniques : il s'agit de se poser des questions non techniques concernant la capacité d'adaptation des sociétés face au risque de manque d'eau (*ibid.*). Ces deux perspectives repositionnent la question de la gestion des ressources en eau dans le débat général sur le développement durable, dans lequel géographes, sociologues, économistes, voire politologues, interviennent tout particulièrement. Les enjeux majeurs sont liés à la satisfaction des besoins en eau potable et à la sécurité alimentaire, laquelle dépend de l'agriculture en premier lieu ; quoi qu'il en soit, un équilibre durable entre demande en eau et ressource est ainsi directement dépendant des transitions démographiques.

En conséquence, les options de gestion sont au nombre de deux, et peuvent être successives (fig.1.1). Une première phase correspond à une gestion par l'offre, axée sur une augmentation de cette offre et limitée par les potentialités finies des ressources naturelles. En situation de croissance de la demande, la transition s'opère progressivement vers la rareté relative de l'eau, et risque d'aboutir à un déficit de l'eau si la demande dépasse les potentialités de la ressource. La seconde phase de gestion commence alors : il s'agit de gérer la demande, en comblant les déficits par des ressources non conventionnelles et en poursuivant un objectif d'inflexion de la demande si la mobilisation de ressources supplémentaires devient trop onéreuse. La transition

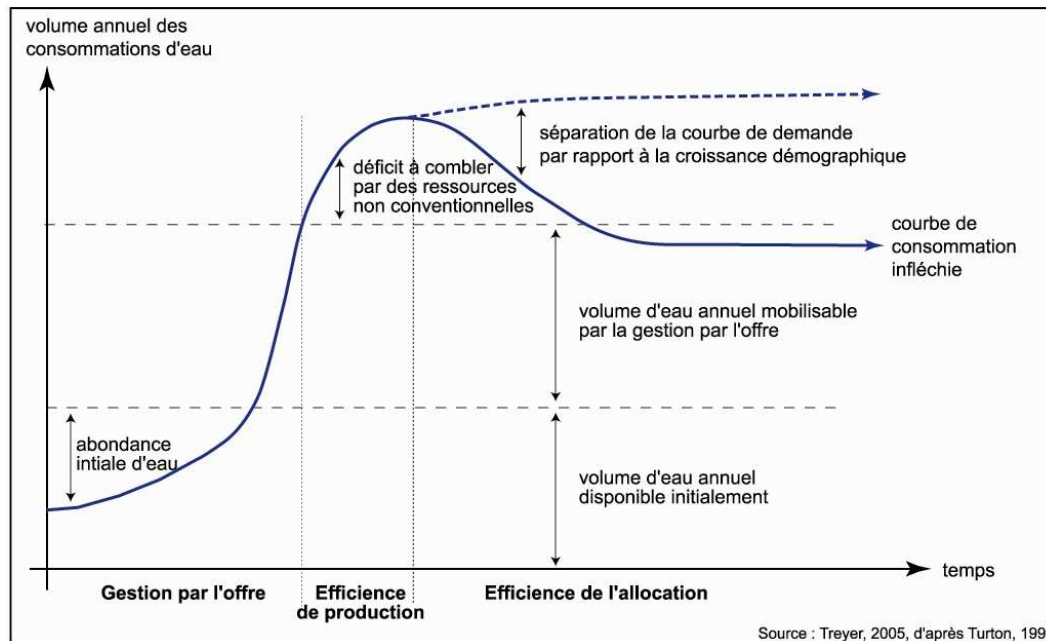
d'une option palliative à une démarche préventive s'explique en terme d'acceptabilité politique des différentes options de gestion (Turton, 1999). Initialement, grâce à leurs « discours dominant de maîtrise de la nature et fort d'une ingénierie hydraulique triomphante », l'Etat et ses administrations hydrauliques ont pu « augmenter leur pouvoir en demandant aux usagers individuels de lui remettre leur capacité de décision sur leur usage de l'eau, ce qui devait permettre et a permis des réalisations et des investissements collectifs nécessaires que seul l'Etat pouvait entreprendre » (Treyer, 2005).

Figure 1.1 : Transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion par la demande : courbe de consommation induite par la croissance démographique.



La remise en cause d'un tel modèle de gestion par l'offre, avec une ouverture du débat vers la réduction de la demande, n'est généralement possible qu'avec l'avènement d'une crise hydrologique majeure telle qu'une longue période de sécheresse, soulignant ainsi le caractère insoutenable du système de gestion. Dans une perspective de gestion de la demande, et fort de l'expérience de l'ingénierie hydraulique, l'Etat - ou l'institution responsable de la gestion - sera plus enclin à agir par des efforts collectifs de réduction des pertes sur les réseaux ou des changements de technologie d'usages : ces actions relèvent d'une optimisation de l'outil de production (fig.1.2). La gestion de la demande peut cependant signifier une remise en cause plus fondamentale de la valorisation de la ressource en eau, en augmentant l'efficacité de l'allocation de la ressource en eau entre les différents usages. Ce deuxième palier de la gestion de la demande constitue une réelle remise en cause du modèle de l'Etat garant de l'approvisionnement en eau ; il repose sur une stratégie politique très audacieuse (Turton, 1999).

Figure 1.2 : Inflexion de la courbe de demande en eau par rapport à la croissance démographique et phasage des différentes politiques de l'eau.



3.2. Rareté et déficit en eau

Le système « ressource en eau » s'inscrit donc à la croisée des questions tant naturelle que sociétale et économique. Les enjeux inhérents à la gestion durable des ressources en eau sont multiples : aux enjeux d'ordre sociétaux s'ajoutent ceux liés aux transformations des hydrosystèmes de plus en plus anthropisés, ainsi que ceux d'une « gestion collective des risques naturels », parmi lesquels la sécheresse. Cet aléa climatique est très souvent à l'origine de crises hydrologiques qui, ces dernières années, ont révélé les problèmes latents des systèmes de gestion des ressources en eau, en Afrique indubitablement, mais également en Europe de l'Ouest (Dubreuil, 2005). Les conséquences de ces sécheresses se font généralement sentir dans le secteur agricole, plus rarement sur l'alimentation en eau potable. Les déficits en eau peuvent alors être de deux natures, selon qu'ils ont une origine structurelle ou qu'ils sont la conséquence d'une demande trop forte alors que l'exploitation des ressources est elle-même optimale. Dans le premier cas, la gestion reste du ressort de l'offre ; l'occurrence d'un déficit provoqué oblige à gérer la demande.

Le **déficit structurel** pose un certain nombre de questions relatives au dimensionnement des infrastructures, de la sécurisation des approvisionnements et de la **maîtrise des risques naturels** (sécheresse), voire technologiques. Dans ce premier cas, comment dimensionner et choisir les infrastructures à déployer à partir des critères socio-économiques, juridiques et géographiques ? Quels critères de sécurisation d'approvisionnement et de maîtrise des risques naturels et technologiques sont nécessaires ? Le **déficit provoqué** est, quant à lui, induit par la pression anthropique sur les ressources ; il nécessite d'objectiver les choix technico-économiques de gestion de la ressource et de gérer rationnellement la demande. En cela, il est un corollaire possible de la résolution du déficit structurel. Des interrogations émergent à nouveau, qu'il s'agisse de situation de déficit structurel et provoqué. Dans le second cas, comment objectiver le choix curatif/préventif (poids des normes dans les choix technologiques), et comment

raisonner la flexibilité nécessaire des investissements technologiques (par exemple dans le choix petit/grand des infrastructures d'épuration) ? Enfin, quelles sont les conséquences des choix technologiques sur le déficit ? (Vervier, 2004).

Parmi toutes ces questions, celle de la maîtrise des risques est primordiale pour nos sociétés contemporaines : la garantie d'un approvisionnement en eau sécurisé est un enjeu économique et social des plus importants. Le déficit est particulièrement lié aux conditions hydroclimatiques de la région considérée : celles-ci déterminent le potentiel hydrologique disponible et de la sorte influencent directement l'équilibre ressource/demande. Aussi la question des sécheresses comme événements climatiques perturbateurs s'inscrit-elle au cœur de la recherche menée. Ainsi, « la question de la gestion de l'eau et de la sécheresse doit être considérée dans différentes temporalités. La gestion à court et moyen terme de la ressource nécessite d'être optimisée et fait appel à la recherche pour une meilleure prise en compte du comportement de l'utilisateur. La gestion à long terme doit intégrer les évolutions possibles dans le contexte notamment des changements climatiques et des changements sociétaux » (*ibid.*). Toujours selon le même auteur, une demande de recherche, émanant de la sphère sociale et de la préoccupation citoyenne pour l'amélioration de la quantité et la qualité de la ressource, devrait porter ses efforts sur les quatre points suivants :

- la connaissance des milieux naturels afin de mieux anticiper sur leur évolution – ce qui justifie si besoin était la nécessité du diagnostic territorial,
- l'analyse des conséquences positives et négatives des infrastructures liées à la ressource,
- l'étude de l'appropriation des enjeux d'une gestion intégrée par les acteurs locaux (implication citoyenne),
- l'analyse des enjeux de gestion collective : maîtrise des risques naturels, sécurisation des approvisionnements.

Les connaissances relatives à la dimension naturelle s'appliquent aux flux : l'eau, mais aussi les charges polluantes, et aux interactions avec les structures physiques et biologiques des systèmes étudiés. En outre, « les périodes de sécheresse sont favorables à la concentration des contaminants » (Vervier, 2004 ; Dubreuil, 2005). En outre, les périodes de sécheresse et conjointement celles de fortes chaleurs mettent en péril la qualité sanitaire des ressources en eau stockée. Lorsque la demande est privilégiée dans les processus de gestion, il convient de s'interroger sur les possibilités d'actions au sein d'un usage (gestion intra-usage) et celles entre les différents usages. Une fois encore des questions émergent. Afin de savoir si la demande est en adéquation avec la ressource. En situation de déficit structurel, comment identifier et caractériser l'artificialisation de la demande ? **Comment évaluer les performances et analyser l'évolution des systèmes historiques de gestion de l'eau ?** Si le déficit est provoqué, il faut se demander si une modification de la demande a conduit à une surexploitation de la ressource engendrant le déficit, et, le cas échéant, identifier ses origines : politiques, sociales, naturelles... Et en aval, l'objectif de modification de la demande dans le but de revenir à une situation équilibrée doit impérativement prendre en compte « les résistances au changement qui peuvent freiner considérablement l'action ». Il convient alors de connaître les mécanismes d'appropriation de la problématique par les différents acteurs. La perception des usagers sur les risques provoqués par d'éventuels changements est également primordiale : **comment caractériser des niveaux de risques socialement acceptables et les gérer ?** Plus encore, dans le domaine de la sociologie, « les interrogations sur la

mesure de la « sensibilité environnementale » des sociétés au travers des enquêtes d'opinion au niveau local, national et au niveau européen font l'objet de suivis réguliers. Le point critique semble désormais porter sur l'ambiguïté de la relation entre l'affirmation des intentions et des aspirations environnementales et les conditions d'un passage à l'action via des changements de pratiques (usages, consommation...) » (Vervier, 2004). La question posée est assez simple finalement : pourquoi les usagers ne passent-ils pas des bonnes paroles aux actes ?

* *
*

Les modes de gestion des ressources en eau s'articulent autour de l'équilibre offre-demande. La rupture de cet équilibre provoquant une situation de déficit est généralement due à un événement externe au système, souvent une crise hydrologique telle qu'une sécheresse. C'est la sécurité de l'approvisionnement en eau, et finalement le mode de gestion, qui est alors remise en cause et fragilise le développement d'un territoire en soulignant ses limites, qui peuvent être structurelles ou provoquées par une trop forte pression anthropique. Le risque de pénurie est une donnée essentielle : il est conditionné par la vulnérabilité à moyen terme du système d'alimentation en eau face aux aléas, naturels voire technologiques ; il oblige également à s'interroger sur le degré d'acceptabilité et de résilience de la société qu'il affecte.

4. Comment gérer le risque de pénurie ?

4.1. Le concept de risque en géographie

Dans le langage des mathématiques, le risque renvoie à un mode de traitement d'événements aléatoires, faisant intervenir le calcul de probabilité : il s'agit alors de l'incertitude mesurée. Cette acception du risque est donc purement objective. La définition géographique du risque la plus consensuelle tient, quant à elle, dans l'équation suivante – sans aucun sens mathématique cette fois : $\text{risque} = \text{aléa} * \text{vulnérabilité}$. Elle signifie que le risque est le produit de la rencontre entre une source de danger et une société : il est constitué de deux composantes, l'une externe, l'aléa, l'autre interne, la vulnérabilité. La notion de risque naturel implique ainsi le franchissement d'un seuil de gravité qui est susceptible d'affecter partiellement ou en totalité le milieu aménagé par l'homme (Lageat, 2004a). L'aléa est en soi un événement neutre, qui n'aurait de conséquences en l'absence d'enjeux sociétaux qu'il remet en cause. L'aléa n'est finalement qu'un concept statistique, hasard favorable ou non. La vulnérabilité est une notion plus difficile à appréhender : elle peut se définir comme la susceptibilité de subir des pertes et des dommages consécutivement à la survenance de l'aléa (*ibid.*). Par extension, il s'agit du degré d'exposition à une source de menace. Il est enfin possible de distinguer deux types de vulnérabilité, selon l'acception anglo-saxonne : la vulnérabilité biophysique, fonction de l'aléa, de l'exposition et de la sensibilité aux impacts de l'aléa ; et la vulnérabilité sociale. Celle-ci intéresse plus particulièrement les travaux de recherche développés par la suite. Elle existe indépendamment de l'aléa, tout en étant latente : seule l'occurrence de l'aléa la révèle et lui permet de se manifester (Veyret *et al.*, 2004). Enfin, une troisième notion est importante et liée aux deux précédentes : celle de **résilience** qui n'est autre que la capacité des sociétés à faire face aux catastrophes générées par l'aléa.

A priori, le risque ne constitue pas un phénomène spatial. Mais, faisant constamment l'objet de décisions ou de mesures de gestion par la collectivité, le risque a des implications spatiales certaines. De plus, les composantes du risque ont des dimensions spatiales : ainsi l'aléa, ou agent physique du risque, est caractérisé par son étendue et la vulnérabilité par son extension spatiale. Généralement, la localisation des zones exposées est une des finalités de la réflexion sur les risques, sans oublier que les dynamiques spatiales et territoriales influent sur le risque : les espaces urbanisés constituent des secteurs particulièrement menacés. Enfin, les risques constituent une composante interne de l'organisation d'un espace, le risque devenant une clé de lecture des territoires : la notion permet d'appréhender non seulement les relations entre une société et son environnement, mais également la conception que celle-ci a de la nature. Il s'agit aussi de réfléchir au rapport entre organisations spatiales, aménagement, développement et sécurité. L'existence d'un aléa constitue une contrainte que les hommes vont chercher à gérer par divers aménagements qui sont autant d'adaptations. Le risque peut alors apparaître comme un **facteur structurant de l'espace** (Veyret *et al.*, 2004).

Les adaptations au risque s'inscrivent dans la temporalité des sociétés. Le recul de l'histoire met en perspective la relation entre populations, territoire et notion de risque. Il s'agit d'interroger les mémoires, les cultures et les perceptions sociales, lesquelles évoluent avec le temps. Deux dimensions temporelles méritent d'être distinguées : le temps du risque et le temps de la catastrophe. Le premier est le temps qui précède l'événement dommageable : il correspond au temps de la construction de la culture du risque, de la connaissance du milieu et de sa gestion. Cette dernière s'appuiera d'abord

sur la connaissance du risque, et tout particulièrement sur la **période de retour de l'aléa** en cause dans le processus de catastrophe. La limite méthodologique récurrente réside dans le manque de séries de données suffisamment longues pour définir précisément cette période de retour. Un deuxième point important est le temps de l'aléa lui-même : l'événement est-il rapide (séisme, cyclone) ou, au contraire, inscrit dans la durée (sécheresse) ? Enfin, le temps social est celui de la prise de décisions. Le temps du risque peut être discontinu, assujéti aux rythmes saisonniers notamment.

Le risque doit être envisagé comme une contrainte qui suscite des adaptations sociétales, lesquelles sont autant de mutations de la société concernée. L'enjeu inhérent est de connaître les coûts économiques, sociaux et écologiques de ces adaptations. La question fondamentale étant le **degré d'acceptabilité du risque et le seuil de tolérance** : ils renvoient à la construction sociale et mentale du risque (mémoire, culture, représentation), à différentes temporalités et échelles sociologiques (individu, groupe, minorités, etc). Il semble d'ailleurs qu'il faille admettre que nos sociétés contemporaines occidentales se caractérisent par un refus croissant du risque, sentiment aggravé par l'« assurantialisation » et l'instauration de l'Etat providence (Ewald *et al.*, 2001). Le catastrophisme est une manifestation et conséquence immédiate de cette exigence du risque zéro : chaque écart à la norme est perçu comme le signe d'un déséquilibre irrémédiable pouvant conduire à la destruction des équilibres séculaires. Il suffit d'écouter les commentaires des bulletins météorologiques télévisés qui ont fait du réchauffement climatique un fond de commerce alimenté par les événements météorologiques extrêmes – sécheresses, inondations, canicules – alors qu'il ne s'agit que d'écarts à la normale, certes spectaculaires, mais purement statistiques. Cette tendance catastrophiste relève de l'incapacité d'une société à inscrire ces événements dans une temporalité des processus qui dépasse l'année, la décennie, voire la génération, et à intégrer leur caractère réversible. Les débats et certains argumentaires sur les effets possibles du réchauffement climatique s'inscrivent indubitablement dans cette dynamique, pourtant peu objective et scientifique.

Quoi qu'il en soit, cette perspective d'un changement climatique global a été la caisse de résonance nécessaire à la diffusion massive du concept de développement durable : l'augmentation des risques afférents a contribué d'une part à conquérir les médias, d'autre part à mobiliser les politiques (Veyret et Vigneau, 2004). En France, la loi dite de solidarité et renouvellement urbain (loi SRU) du 13 décembre 2000 a ainsi mis en place les plans locaux d'urbanisme (PLU) et impose d'intégrer le risque à l'aménagement, le tout dans une dynamique de développement durable introduite par les plans d'aménagement et de développement durable (PADD), joints au dossier de PLU. L'échelle spatiale d'application de ces plans légaux reste locale, limitée à l'échelon administratif fondamental qu'est la commune ; elle est étendue à celui de l'intercommunalité dans le cadre des schémas de cohérence territoriale (SCOT). La démarche implique ainsi :

- un diagnostic territorial des risques,
- une évaluation de la vulnérabilité,
- l'identification d'une stratégie de développement territorial,
- l'établissement d'un projet local,
- la mise en œuvre du projet.

Le plan d'aménagement et de développement durable qui lui est associé poursuit trois objectifs :

- la protection de l'environnement et l'amélioration du cadre de vie,
- l'équité et la cohésion sociale,
- l'efficacité économique susceptible de modifier les modes de production et de consommation.

Concernant la gestion de l'eau, les risques majeurs sont au nombre de deux et apparaissent antagonistes l'un de l'autre du point de vue des conséquences, mais peuvent s'avérer tout aussi préjudiciables, voire destructeurs, pour les sociétés et l'environnement. Il s'agit d'une part d'un risque plutôt brutal : les inondations, et d'autre part d'un risque généralement inscrit dans une temporalité plus longue, saisonnière ou même interannuelle : les sécheresses. S'ils peuvent tous deux mettre en péril l'approvisionnement en eau des populations, le second est sans aucun doute plus pernicieux et dramatique ; il concerne d'ailleurs tout particulièrement le propos développé dans cette thèse et mobilisera à ce titre une grande partie des développements à venir : la pénurie en eau sera même le cœur.

4.2. La pénurie d'eau

« Des situations de pénurie d'eau, structurelle ou conjoncturelle, régionale ou locale, traduisent des ruptures d'équilibre entre offre (liée aux ressources et à l'état de leur mobilisation) et demande (de l'ensemble des secteurs d'utilisation), que ces ruptures procèdent d'insuffisance ou de défaillance de ressource ou de la production de l'eau, ou de surcroît de demande » (Margat, 2002). Le travail de J. Margat porte ainsi sur les pays méditerranéens d'Europe, avec pour horizon prospectif la première moitié du XXI^e siècle. La prospective nécessite d'analyser les conditions initiales pouvant révéler d'emblée des situations de tensions entre ressource mobilisable et demande. Un des indicateurs clé est la comparaison des ressources aux populations, soit l'indicateur ressources en eau (naturelles moyennes) par habitant. Des seuils significatifs de tension ou de pénurie sont ainsi définis respectivement à 1 000 et 500 m³/an per capita (Falkenmark, 1986). Ces seuils sont sensés correspondre à des difficultés croissantes pour satisfaire les demandes en eau. La prospective sur les pénuries consiste à déduire leur éventualité, c'est-à-dire prévoir où et quand. Elle est réalisée à partir de l'examen et de la comparaison des évolutions futures présumées - suivant diverses hypothèses, des offres – d'abord des ressources en eau conventionnelles – et des demandes à l'horizon considéré (Margat, 2002).

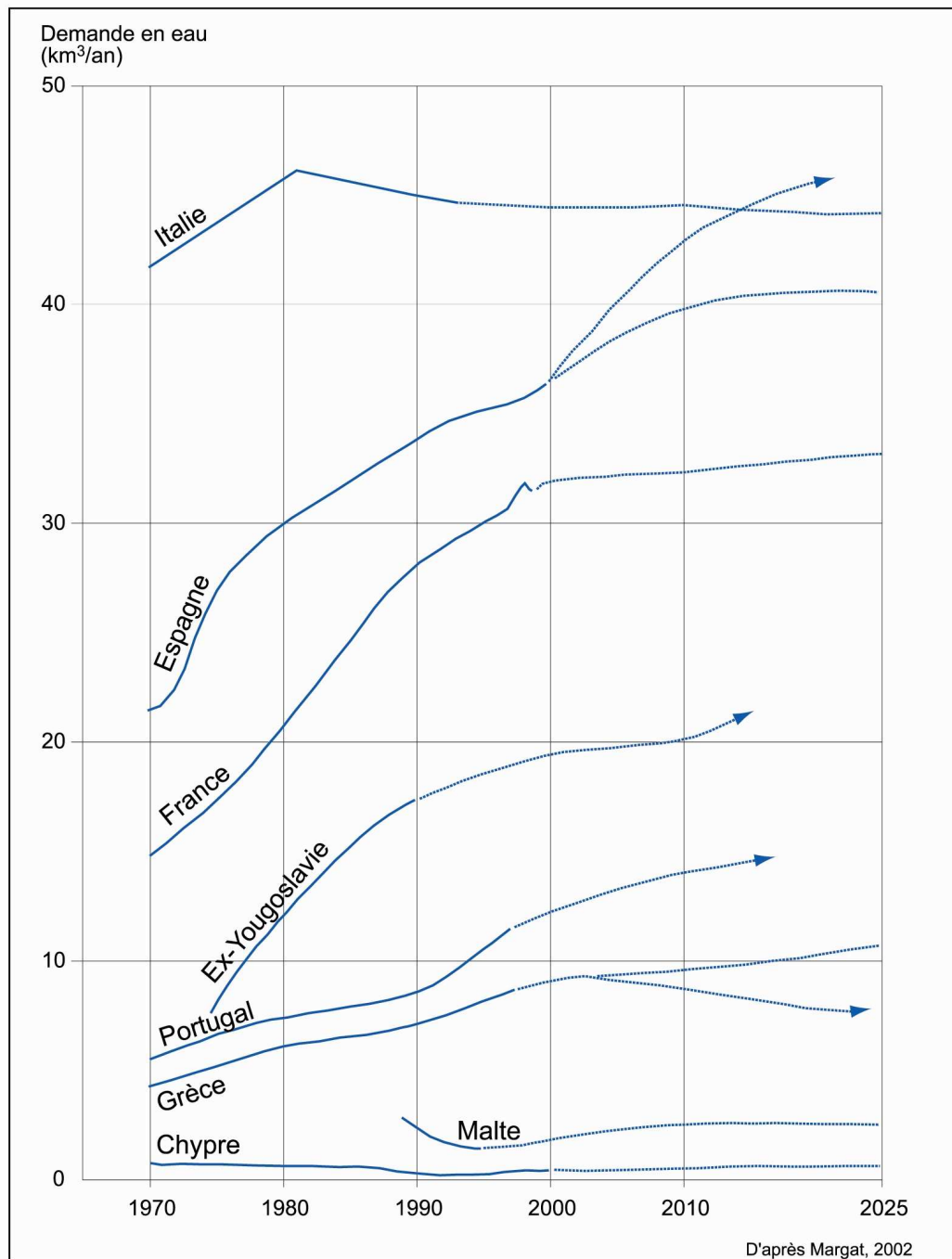
Quant à savoir comment évoluera cet indicateur, il peut s'agir d'analyser les évolutions démographiques à venir, en émettant l'hypothèse de constance des ressources moyennes actuelles. A très long terme (2050), la démographie est la seule variable réellement accessible qui devrait demeurer un facteur essentiel des demandes en eau. Ainsi, compte tenu des décroissances démographiques déjà amorcées, comme en Italie, l'exercice de projection de l'indicateur à l'horizon 2050 tend naturellement à une croissance de l'indicateur, éloignant de fait la quasi totalité des pays méditerranéens des seuils d'alerte, à l'exception de Chypre et Malte qui resteraient dans la situation actuelle (Margat, 2002). Cette analyse hâtive fondée sur les ressources naturelles moyennes annuelles occulte un élément climatologique majeur : les fluctuations spatiotemporelles. Des risques de tension, voire de pénurie conjoncturelle, ne sont pas exclus en cas de

sécheresse ; par ailleurs, les disparités spatiales peuvent induire de fortes différences régionales ou locales.

Concernant les demandes en eau, il semble que celles des collectivités sont presque partout en lente récession dans les pays méditerranéens (fig.1.3.). Cette tendance devrait se confirmer, en particulier dans les pays européens, compte tenu des volontés croissantes de réduire les pressions environnementales et de préserver la nature : les pratiques de recyclage et d'économies d'eau contribueront indubitablement à stabiliser les demandes domestiques, voire à les faire baisser. Cette prospective de stabilité ou de recul des demandes en eau à l'échelle nationale ne sera, quoi qu'il en soit, pas vérifiée à l'échelle locale puisque les concentrations anthropiques sur le littoral continueront d'exacerber le déséquilibre entre zones côtières et arrière-pays, sous l'influence principale du tourisme (Margat, 2002).

Enfin, la question du changement climatique global ne saurait être éludée, même s'il apparaît très difficile de prétendre dégager des perspectives : les modèles climatiques n'atteignent pas des résolutions spatiales suffisamment pertinentes en matière de gestion de l'eau. Seules des tendances sur des valeurs moyennes annuelles sont publiées, sans précision ni sur les dynamiques d'évolutions ni sur les horizons d'occurrence probables. Pour les pays méditerranéens d'Europe, les experts s'accordent néanmoins sur deux tendances dominantes relatives à la pluviométrie : une saisonnalité plus contrastée, avec des précipitations hivernales plus abondantes et inversement des précipitations estivales restreintes ; une zonalité plus accusée caractérisée par un accroissement au nord du 40^{ème} parallèle et une diminution au sud. En corollaire, il faudra s'attendre à une aggravation des sécheresses conjoncturelles, tant en fréquence qu'en intensité. Les conséquences hydrologiques se traduiront par un affaiblissement des ressources en eau régulières induit par des étiages plus prononcés et longs et consécutif de la réduction du rôle régulateur des couvertures neigeuses et des glaciers. Concernant les demandes en eau, l'évolution des facteurs climatiques affectera essentiellement les besoins en eau d'irrigation. Autre effet attendu du changement global, la hausse du niveau marin qui modifiera les conditions d'équilibre eau douce - eau salée dans les deltas, estuaires et aquifères côtiers : la conséquence néfaste est bien évidemment une vulnérabilité accrue de salinisation suite à la surexploitation de ces aquifères (Margat, 2002). En conclusion, pour les pays méditerranéens d'Europe, les situations de pénuries d'eau structurelles à long terme devraient rester localisées à des régions déjà en situation délicate. C'est surtout l'appauvrissement des ressources qui est à craindre, principalement dans les régions méridionales : la variabilité climatique est la cause majeure des risques de pénurie conjoncturelle et de la difficulté de maîtriser les eaux, sans qu'il soit pour autant possible de quantifier et de prévoir dans le temps cet appauvrissement.

Figure 1.3 : Evolution approximative entre 1970 et 2000, et projection tendancielle à l'horizon 2025, des demandes totales en eau douce dans les pays méditerranéens d'Europe.



Conclusion du chapitre 1

Sur un territoire donné, la problématique de la gestion de l'eau correspond, comme cela a été démontré, à un enchevêtrement de problèmes très divers, pour la plupart complexes. Cette problématique doit ainsi intégrer (Valette, 2003) :

- une évaluation de quantités d'eau disponibles, à divers niveaux de qualité et à des périodes différentes,
- une évaluation des besoins et des demandes correspondantes,
- le choix des technologies et des modes de gestion à mettre en œuvre,
- une évaluation des impacts de cette gestion sur l'économie,
- une analyse des processus de décision,
- une analyse, historique et prospective, des comportements des acteurs,
- une étude des représentations, relatives notamment aux risques (pénurie).

La démarche se veut normalisée afin de répondre au mieux aux exigences de lisibilité et d'objectivité requises. La définition d'un territoire pertinent est la condition *sine qua non* de la réflexion systémique qui s'impose : ce territoire d'investigation doit intégrer celui de l'offre et de la demande et donc être contenu dans un espace naturel et social bien défini. Dans ce sens, les ruptures et discontinuités naturelles sont un atout géographique majeur. La méthodologie s'appuiera sur un panel d'indicateurs qui tenteront de quantifier les états du système dans le souci d'une analyse diachronique mais aussi prospectiviste. Ces indicateurs proposeront une vision synthétique intelligible du fonctionnement hydrologique du territoire considéré, du fonctionnement et du développement des systèmes techniques ainsi que des mécanismes et de l'évolution des demandes en eau ; ils permettront en outre de comprendre les réseaux d'acteurs et leurs stratégies de gestion. Un point particulier concernera la **maîtrise des risques**, plus précisément celui des pénuries en eau, et la mesure de la vulnérabilité des systèmes, en postulant *a priori* pour le rôle structurant des risques dans les politiques d'aménagement des territoires. Si, dans cette problématique du risque, les facteurs naturels semblent incontournables, il ne faudra pas oublier les facteurs humains en étudiant la capacité d'adaptation des sociétés face aux événements de pénurie en eau ; la résilience sociétale est partie intégrante des facteurs de développement : « Si le climat domine les ressources, ce sont les hommes qui les gèrent par la manifestation de leurs besoins. Or, cette gestion implique non seulement l'actualité mais aussi l'histoire » (Lamarre et Pagney, 1999). Ces considérations appellent deux questions cruciales auxquelles des indicateurs devront apporter des éléments de réponse : comment évaluer les performances et analyser l'évolution des systèmes historiques de gestion de l'eau ? Comment caractériser des niveaux de risques socialement acceptables et les gérer ? Les usages de l'eau sont au cœur de la problématique : leur durabilité est un élément permettant de juger des équilibres ou des déséquilibres entre nature et société (Brigand, 2000). La question fondamentale qui émerge est finalement celle d'une limitation possible du développement à long terme par les limites de la disponibilité naturelle en eau douce, soit un court-circuitage des ambitions de durabilité par une capacité de charge qui serait dépassée, au regard de la seule ressource hydrique.

Faut-il dès lors parler de gestion durable de la ressource en eau ou de gestion de l'eau dans la perspective d'un développement durable ? La réponse est à chercher dans

les objectifs du développement durable et de la gestion des ressources en eau, pour finalement affirmer que le but recherché est le même : assurer un avenir viable pour les générations futures. L'aire géographique de l'un et de l'autre converge vers l'échelle locale et il sera admis que les objectifs formulés pour le développement durable peuvent être facilement transposés au cas particulier de la gestion de l'eau pour se contracter en prérogatives communes :

- organiser la gestion des territoires de l'eau,
- assurer la santé publique et la pérennité des approvisionnements,
- valoriser le patrimoine et l'histoire locale de l'eau,
- favoriser la démocratie locale dans les prises de décision.

Ces objectifs généraux appellent un certain nombre de thématiques particulières et de questions liées à chacun des champs thématiques de la recherche entreprise (tab.1.1).

**Tableau 1.1 : Les objectifs thématiques
de la gestion durable des ressources en eau.**

<i>Objectifs</i>	<i>Thématiques</i>	<i>Questions principales</i>
Organiser la gestion des territoires de l'eau	Organisation de la gestion des ressources	Existe-t-il un (des) organisme(s) de gestion de l'eau ? Le cycle de l'eau est-il considéré dans son ensemble ?
	Développement de l'intercommunalité	S'il existe une structure intercommunale d'aménagement et de gestion, quelles sont ses missions ?
	Planification et gestion intégrée	Existe-t-il une planification permettant d'avoir une vision prospective ?
	Rationalisation des investissements et coûts de maintenance	Les investissements ont-ils le meilleur effet coûts/bénéfices ? Quels effets des coûts de fonctionnement sur les finances locales ?
Assurer la santé publique et la pérennité des approvisionnements	Préservation de la qualité de l'eau	La collectivité a-t-elle une politique en faveur de l'amélioration de la qualité de l'eau ? Y a-t-il des usages incompatibles entre eux ?
	Maîtrise des risques naturels	Existe-t-il un risque de rupture de l'approvisionnement en eau ?
	Evolution démographique	Quelle est la dynamique démographique des populations ?
Valoriser le patrimoine et l'histoire locale de l'eau	Patrimoine et identité locale	Sur quels éléments physiques (bâti), historiques et symboliques se fonde la culture locale de l'eau ?
	Développement du tourisme durable	Si pression touristique il y a, existe-t-il une politique volontariste de promotion d'un tourisme durable ?
Favoriser la démocratie locale	Organisation de la prise de décision	Existe-t-il des modalités de concertation de la population ? La culture locale est-elle prise en compte dans les choix politiques de gestion ?

Chapitre 2 :

L'eau et les îles :

définition des enjeux et retours d'expériences insulaires

Introduction

Le premier chapitre a permis de fixer une échelle territoriale pertinente de gestion des ressources en eau fondée sur des travaux de recherche récents, en revendiquant l'échelle locale. Ces conclusions spatiales convergent vers celles des réflexions résolument engagées pour un développement durable appliqué. De plus, la définition des aires de pertinence du problème posé doit être guidée par la prise en considération de discontinuités ou barrières spatiales, voire la caractérisation de territoires sociaux pertinents en terme de vulnérabilité et de sensibilité au changement (Robic et Matthieu, 2001). A ce titre, les îles constituent *a priori* des territoires géographiques répondant à ce critère préalable de choix. Le premier point de ce chapitre s'attardera justement sur la définition de cet objet géographique singulier qu'est l'île. Les conceptions, voire les considérations relatives à l'insularité, ne sont pas clairement et définitivement fixées selon des normes admises de l'ensemble de la communauté scientifique et institutionnelle. Elles divergent, en effet, selon qu'un géographe, un économiste ou encore un biologiste portent le regard sur une île. Il s'agit donc, dans ce premier temps, d'accorder le propos sur les notions d'île et d'insularité, avec une attention particulière sur les conditions hydrologiques insulaires, d'après les travaux de A. Falkland (1991) entre autres.

Le cœur du présent chapitre réside réellement dans la synthèse bibliographique qui suit, consacrée à la problématique de l'eau sur les îles. Elle s'appuie sur une revue critique d'articles et publications diverses traitant de cette question sur de nombreuses îles à travers le monde. Leur choix est finalement arbitraire et s'est fait au fil des lectures. Aussi les caractéristiques géomorphologiques (surface, topographie, géologie), climatiques (zones tempérées et intertropicales) et socio-économiques (population, démographie, activités économiques) sont-elles différentes, mêlant îles côtières et océaniques, à fortes densités ou en voie de dépeuplement, touristiques ou agricoles, etc. Si l'analyse qui en résulte n'est certes pas exhaustive, elle présente l'intérêt d'offrir un cadre pertinent de l'ensemble des thématiques spécifiques en jeu. En outre, le propos s'attardera plus longuement sur le cas des îles européennes, méditerranéennes tout particulièrement. Il convient à ce sujet de préciser que ce choix n'est pas fortuit, mais, au contraire, justifié par l'intensité des recherches menées sur la question dans le bassin méditerranéen, notamment dans le cadre des programmes des Nations-Unies : Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE) et Plan Bleu pour la Méditerranée. Les cas d'îles et archipels des océans Indien et Pacifique élargiront enfin les horizons de la discussion à la zone intertropicale. Ainsi, en guise de « mise en bouche », il faut évoquer les îles Galápagos, îles symboles s'il en est, sur lesquelles l'installation humaine a été rendue très difficile pendant des siècles à cause de deux raisons principales : la pauvreté des sols et la quasi absence d'eau (Grenier, 2000).

L'analyse de ce travail bibliographique met en évidence la permanence des thématiques et problèmes de gestion des ressources en eau sur les îles. Elle a pour objectif de compléter la grille de thématisation et de problématisation de la recherche, présentée en conclusion du chapitre 1, en identifiant les paramètres et indicateurs nécessaires à une

réflexion globale sur la question de l'eau spécifiquement posée sur les territoires insulaires. Elle met clairement en perspective les points névralgiques, conceptuels, thématiques et surtout méthodologiques, à développer pour mener un travail de recherche pertinent et définitivement inscrit dans une logique de porter à connaissance et d'aide à la décision. Ce pré requis cognitif est également indispensable à la justification du choix géographique de des îles du Ponant comme cas d'étude. L'ensemble aboutira finalement à la conceptualisation schématique des développements méthodologiques et thématiques de la thèse.

1. Insularité et ressources en eau

1.1. Définir l'objet géographique : l'île et l'insularité

1.1.1. La définition institutionnelle

L'Union Européenne et son agence statistique Eurostat définissent l'île comme un territoire entouré par de l'eau, caractérisé par les quatre points suivants :

- être peuplé par une population permanente significative de plus de 50 habitants,
- ne pas être accessible depuis le continent par un dispositif fixe permanent (pont, tunnel),
- être séparé du continent par une étendue d'eau d'au moins un kilomètre,
- ne pas abriter une capitale nationale.

Comme le fait remarquer L. Brigand (2000), la prise en compte stricte de ces critères enlève l'insularité de Molène et Sein... Le droit maritime selon les conventions des Nations Unies est moins restrictif puisque l'article 121 définit l'île comme suit : « An island is a naturally formed area of land, which is above water at high tide »⁹. Cette définition inclut l'origine naturelle de la formation de l'île, et s'applique dans le cadre spécifique de la définition des zones économiques exclusives (ZEE). Aussi est-il précisé que les rochers sur lesquels l'installation humaine ou économique n'est pas viable ne peuvent donner lieu à la création d'une ZEE, et ne sont de la sorte pas considérés comme des îles. Cet objet géographique est donc fondamentalement dépendant de ce qu'il peut ou a pu permettre une anthropisation pérenne de son territoire. Leur caractère éminemment stratégique et géopolitique a conduit les organisations internationales à s'intéresser à la définition de l'île. C'est dans le cadre du programme *Man and Biosphère* (MaB) de l'UNESCO que la notion d'île mineure est introduite par les experts de cette même organisation onuséenne, en 1971 (UNESCO, 1994). Une île mineure est caractérisée par une taille inférieure à 10 000 km² et une population de moins de 500 000 habitants. Au-delà de ces limites, l'île serait continentalisée : les effets, physiques et humains, liés à la situation insulaire disparaissent. Louis Brigand (2000) revient sur cette définition mal précisée qui ne s'appuie que sur deux critères : superficie et population. En outre, elle est particulièrement inadaptée dans le cas des îles du Ponant, parmi lesquelles la plus grande, Belle-Île (85 km²) est située à une limite inférieure, « ignorée par les responsables du programme MaB » par exemple (*ibid.*).

⁹ Une île est une partie naturelle de terre qui est émergée à marée haute.

Ces conditions institutionnelles de définition de l'insularité s'appuient sur des données certes fondamentales, mais, semble-t-il, trop génériques pour appréhender l'insularité dans toutes ses dimensions, tant physiques que sociales. Dans ce sens, une perspective spécifique a été développée relativement au contexte hydrologique, aboutissant à une typologie insulaire particulièrement intéressante pour le propos poursuivi.

1.1.2. L'importance des conditions hydrologiques

Les experts du programme international hydrologique de l'UNESCO proposent justement des critères particuliers pour définir l'insularité, fondés sur des caractéristiques hydroclimatiques et hydromorphologiques mais aussi socio-économiques particulières. Ainsi, les îles dont la superficie est inférieure à 1 000 km² ou dont la largeur est inférieure à 10 km sont celles qui rencontrent les plus grandes difficultés d'alimentation en eau (Brigand, 1991 ; Taglioni, 2006). Une typologie plus fine a de la sorte été élaborée après débats entre experts et spécialistes, afin de définir des catégories d'îles permettant une meilleure gestion et considération de leurs problématiques spécifiques en matière de ressource hydrique : « After discussions with many specialists, inter-governmental agencies and international scientists' associations with experience in the hydrology of islands, it was decided that the term small island should apply to islands with areas less than approximately 1 000 km² and to larger, elongated, islands where the maximum width of the island does not exceed 10 km »¹⁰ (Diaz Arenas et Febrillet Huertas, 1986). Cette superficie maximale sera pourtant majorée à 2 000 km² afin d'intégrer des îles entre 1 000 et 2 000 km² qui connaissent les mêmes problèmes que les plus petites. Le consensus sur une définition précise de la petitesse d'une île est difficile, et doit rester, quoi qu'il en soit, assez flexible quant aux critères physiques retenus : « There is obviously a range of areas, and other characteristics, which together make an island small in the sense that methods, techniques and approaches to hydrology and water resources issues cannot be directly applied from continental situations »¹¹ (Falkland, 1991). Le même auteur précise que, si la surface n'est pas le seul critère de définition, il demeure l'élément majeur de classification des îles du point de vue hydrologique.

Dans cette logique de l'hydrologue, une distinction est également faite entre les petites îles et les très petites îles : « Very small islands have very limited options for the development of freshwater resources as a consequence of their size »¹² (*ibid.*). Une très petite île est ainsi définie comme une île de moins de 100 km² ou présentant une largeur inférieure à 3 km : « These physical limits generally mean that very limited surface or groundwater resources will be present »¹³. Dans le contexte des très petites îles, les approches continentales d'évaluation, de développement et de gestion des ressources en

¹⁰ Après des discussions avec de nombreux spécialistes, les agences intergouvernementales et les associations internationales scientifiques compétente en hydrologie sur les îles, il a été décidé que le terme de petite île devrait être appliqué aux îles dont la superficie est approximativement inférieure à 1 000 km² et aux îles plus larges et allongées dont la largeur maximale n'excède pas 10 km.

¹¹ Il y a manifestement un seuil de superficies et d'autres caractéristiques qui, ensemble, font qu'une île est petite au sens où les méthodes, techniques et approches relatives à l'hydrologie et aux ressources en eau ne peuvent être directement appliquées depuis les situations continentales.

¹² Les très petites îles ont des options de développement de leurs ressources en eau très limitées à cause de leur taille.

¹³ Ces limites physiques signifient généralement que de très faibles ressources superficielles et souterraines seront disponibles.

eau ne peuvent être appliquées sans, préalablement, évaluer les données hydrologiques spécifiques à ces îles (Falkland, 1991). Les îles du Ponant appartiennent à cette catégorie des très petites îles.

1.1.3. L'insularité : une dimension géographique complexe

Le regard du géographe s'attarde également sur le positionnement spatial et l'origine structurale de l'île. Ainsi, Jean-Pierre Pinot, dans l'*Encyclopédia Universalis*, distingue les îles océaniques des îles dans les rivières et les fleuves (Pinot, 1982). Les îles océaniques se composent des îles du précontinent et des îles du large ou intra-océaniques, généralement d'origine volcanique. Les îles du précontinent correspondent aux points hauts d'un relief continental ennoyé, remodelés par l'action marine et éolienne. L'opposition majeure entre îles précontinentales et îles océaniques est donc d'une part structurale et d'autre part liée à l'éloignement au continent. Dans l'édition de 1992 de l'*Encyclopédia Universalis*, Guy Lasserre reprend l'article *Îles* en intégrant la notion de diversité insulaire sur le plan environnemental. Selon ce géographe, ce sont les îles tropicales qui répondent le mieux aux critères d'insularité ; « quant aux îles tempérées océaniques ou méditerranéennes, elles ont été depuis si longtemps colonisées par de grandes puissances continentales voisines, qu'elles ont perdu l'essentiel de leurs caractères spécifiques » (Lasserre, 1992). L'insularité joue globalement de deux façons antinomiques sur l'environnement (Spilanis et Sourbes, 1999) :

- la capacité de charge environnementale y est limitée et un non respect de certaines règles conduit à la rupture des équilibres écosystémiques et à la raréfaction ou à la disparition de ressources naturelles critiques pour les activités humaines (eau),
- du fait de l'isolement, certaines îles sont particulièrement protégées et constituent ainsi des réserves naturelles à haute valeur écologique (Brigand, 1999).

Enfin, l'ensemble des définitions de l'île converge vers le caractère anthropisé de ces territoires par nature isolés. Leur dimension sociale, passée, présente et future, est un élément majeur de la condition insulaire. L'insularité peut ainsi être définie par le célèbre *Oxford English Dictionary* : « The condition of living in an island, and of being thus cut off or isolated from other people, their ideas, customs, etc.; hence narrowness of mind or feeling, contractedness of view »¹⁴ (Pacheco Amaral, 1999). Très objectivement, il convient de rejeter une définition qui fait elle-même preuve d'une surprenante étroitesse d'esprit, et qui pourrait laisser penser qu'aucun des auteurs de ce dictionnaire n'est familier des îles... F. Doumenge (1983) rappelle la situation d'isolement des îles en précisant qu'en plus de l'originalité de leurs caractères physiques et biologiques, « leurs populations humaines sont affectées également par les handicaps liés aux difficultés d'accès et par les limites qu'impose l'exiguïté du cadre naturel ». Ainsi ces conditions naturelles spécifiques ont façonné des sociétés insulaires à forte identité, ce qui a pu mener à la mise en place d'usages spécifiques, souvent obsolètes aujourd'hui (Brigand, 2000). F. Péron (1990) considère que l'île est petite lorsque « chaque individu qui y vit à conscience en permanence d'habiter un territoire clos par la mer », et de taille « idéale »

¹⁴ Condition de vivre sur une île, et donc d'être coupé ou isolé des autres, de leurs idées, coutumes, etc. ; étroitesse d'esprit ou de sentiment, perspective restreinte.

pour étudier les mécanismes sociaux et culturels lorsque sa superficie est comprise entre 0,5 et 100 km².

Les îles constituent donc un objet géographique singulier, complexe et multiple, dont les caractéristiques physiques et humaines ne sont pas fixées normativement. En conséquence, l'une des premières spécificités de l'espace insulaire est de fournir un ensemble géographique propice à de multiples recherches et de conforter l'idée de l'intérêt pédagogique en tant que cadre physique et humain. Le contexte hydrologique est ici privilégié compte tenu de la problématique investie. Il convient dorénavant de s'attarder sur la question particulière de la gestion des ressources hydriques sur les îles, afin d'évaluer en examinant les retours d'une multitude d'expériences internationales, l'importance voire la pertinence de la question. L'ensemble des types sera considéré ; si les exemples européens, grecs notamment, sont particulièrement développés grâce à une bibliographie abondante, les cas d'îles tropicales seront évoqués par l'intermédiaire d'îles des océans Indien et Pacifique.

1.2. La reconnaissance institutionnelle des îles : les cas général de l'Europe et particulier de la France

1.2.1. Les îles dans l'Union Européenne

Les effets de l'insularité ont longtemps suscité une certaine flexibilité – ou la non-application – des politiques nationales dans les pays membres de l'Union Européenne. Certains d'entre eux disposent, en outre, de structures parlementaires ou réglementaires spécifiques aux îles ^(Hache, 2000^b). Ainsi, le gouvernement grec a instauré en 1985 le ministère de l'Egée dont la mission est de coordonner et d'harmoniser la politique des services étatiques dans l'ensemble des archipels de la mer Egée ; les actions menées dans les petites îles irlandaises émanent de l'échelon local, sous l'impulsion des coopératives, et sont relayées par les autorités régionales continentales : elles sont finalement coordonnées à l'échelle nationale par l'un des ministres ; la « Loi sur les îles » finlandaise de 1981 vise à mettre en œuvre des moyens particuliers de développement et de maintien des populations îliennes, la question des îles relevant, au sein du Ministère de l'Intérieur, de la Commission des îles ; au Danemark enfin, une « Loi de soutien aux îles », adoptée en 1984, veille à ce que les législations nationales n'aient pas d'effets néfastes sur les petites îles. L'Association des Petites Îles Danoises sert de structure représentative à 27 îles trop petites pour constituer des municipalités à part entière.

L'intégration européenne de l'insularité s'est longtemps opposée à la primauté de l'acquis communautaire, au détriment de l'acquis insulaire. D'autant plus que les îles de l'Union ne représentent encore aujourd'hui que 3,5 % de la population totale, et que leur poids électoral et économique reste très modeste ^(Hache, 2000^b). L'émergence d'une reconnaissance insulaire semble trouver son origine et sa maturité dans la conjonction de trois temps forts des choix politiques communautaires. Le premier est l'avènement, au cours des années 1970 et sous l'impulsion de la région Bretagne, des régions sur la scène administrative européenne : 1992 en marque l'aboutissement avec la constitution formelle des Comités de Région. Le deuxième est le corollaire économique de la formation des régions avec la création de fonds structurels tels que, en 1975, le Fond Européen pour le Développement Régional (FEDER) : il donne les moyens financiers à une politique régionale effective visant à harmoniser les niveaux de développement. Deux objectifs prioritaires sont identifiés :

- objectif 1 : développement et ajustement structurel des régions en retard de développement,
- objectif 2 : reconversion économique et sociale des zones en difficulté structurelle.

Les investissements productifs permettent la création ou le maintien d'emplois, d'infrastructures ainsi que le soutien aux initiatives de développement local et des activités des petites et moyennes entreprises.

Nombre d'îles sont depuis classées parmi les régions éligibles au titre des objectifs 1 ou 2, compte tenu de leur retard structurel et des difficultés économiques qu'elles connaissent pour la plupart. Ce nouveau contexte institutionnel favorise les revendications insulaires qui se manifestent essentiellement à cette échelle régionale : le lobbying insulaire s'organise enfin autour de la Commission des îles de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes d'Europe. Elle est créée en 1981, suite à la Conférence des îles de Ténérife, organisée par le Conseil de l'Europe. Son travail s'est évertué à faire évoluer la législation communautaire pour que celle-ci fasse de plus en plus référence aux régions insulaires, dans les domaines notamment des déchets, des impôts, de l'agriculture ou encore de la libéralisation des marchés des transports et de l'énergie. L'eau est absente de ces préoccupations.

A titre d'exemples, il convient de citer la Déclaration relative aux régions ultrapériphériques¹⁵ de la Communauté, en annexe du Traité de Maastricht du 7 février 1992, qui reconnaît leur retard structurel ; ou encore les dernières dispositions européennes du Traité d'Amsterdam du 2 octobre 1997, et notamment son article 158 très controversé et ambigu du fait de l'expression « régions moins favorisées ou insulaires » : ces dispositions indiquent que l'Union Européenne ne pourra assumer sa politique de cohésion économique et sociale sans considérer le facteur de l'insularité (Fois, 2000). En somme, les îles présentent des handicaps liés à leur isolement, créant des désavantages structurels que seules des mesures spécifiques sont susceptibles d'estomper. Adopté en mars 1998, le rapport Viola sur les problèmes des îles reprend certaines considérations qui pourraient servir de point de départ à une collaboration entre le Parlement européen et l'UNESCO dans le domaine des îles : développement durable, énergies renouvelables, politique des eaux, tourisme, télécommunications. Les conclusions du rapport soulignent, en effet, le manque de ressources hydriques qui, pour de nombreuses régions insulaires, est à l'origine du non-développement économique et qui a des conséquences sur la santé des habitants et sur la production agricole. La Commission doit arrêter, avec les autorités régionales, des axes particuliers d'intervention en vue du financement de travaux de stockage des eaux par exemple.

La reconnaissance des régions au sein de l'Union Européenne a permis aux îles de faire entendre leurs spécificités, et ce afin de juguler leurs handicaps structurels souvent importants. Cette reconnaissance institutionnelle s'est souvent accompagnée de la formation d'associations ou de fédérations d'îles, lesquelles regroupent ainsi leurs forces pour exercer un lobby auprès des instances nationales et européennes. En France, les îles côtières de l'Atlantique et de la Manche se sont fédérées au sein de l'Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant (A.P.P.I.P.), aujourd'hui rebaptisée Association des Îles du Ponant (A.I.P.).

¹⁵Régions ultrapériphériques de l'Union Européenne : Açores, Canaries, Guadeloupe, Guyane, Madère, Martinique et Réunion.

1.2.2. En France, une insularité introuvable administrativement bien que réelle pratiquement

Il n'existe en France aucune disposition institutionnelle particulière prenant en considération l'insularité, et notamment celle des îles du Ponant (Hache, 2000b). Seule subsiste pour deux d'entre elles, Sein et Molène, l'exonération d'impôts locaux pour leurs habitants et les entreprises, accordée en reconnaissance de leur participation à des actes de sauvetage en mer exceptionnels et à la dureté des conditions de vie (Pinard et Jean, 2000). L'insularité est pourtant bien réelle. La faiblesse de ressources humaines qualifiées et de moyens techniques des communes insulaires est conjuguée au surcoût dû à la rupture de charge des transports maritimes : elle grève toute marchandise transportée d'une taxe supplémentaire comprise entre 10 et 35 % de sa valeur (Péron, 1993). La venue des entreprises spécialisées du continent oblige à loger les ouvriers, à déplacer les matériels, engendrant finalement un surcoût des infrastructures de quelque 30 % avérés ¹⁶.

En avril 1971, la création de l'Association pour la Promotion et la Protection des Îles du Ponant réunit élus et responsables socioprofessionnels des îles françaises de la Manche et de l'Atlantique. Il s'agissait de créer une structure qui puisse représenter l'ensemble de ces îles afin de porter leurs projets et soutenir leurs initiatives auprès des lieux de pouvoir et de décisions continentaux, centralisés à Paris : en l'occurrence, essentiellement l'Etat et ses services, les régions n'existant pas à cette époque. Cette formule d'association de type loi 1901 des maires des communes insulaires, conseillers généraux, députés et sénateurs ayant une île dans leur circonscription, était sans doute la plus pertinente. Elle demeure aujourd'hui la seule forme de représentation commune dont se sont dotées ces communautés pour faire valoir leurs spécificités face à l'absence de reconnaissance étatique du fait insulaire. Et c'est par le « jeu d'influence » des élus des îles que s'est construite une politique particulière à leur égard (Pinard et Jean, 2000).

La raison première de l'Association des Îles du Ponant est le maintien de communautés insulaires actives et attractives (Singelin, 1978b). Initialement, ses actions s'articulent autour de trois objectifs principaux prenant en compte les souhaits et des îliens et de la communauté nationale (Pinard, 1991) :

- lutter contre les handicaps spécifiques aux îles en motivant une politique d'aide aux équipements,
- promouvoir une politique de l'environnement en engageant le classement des sites côtiers et en développant un programme d'assainissement,
- encourager les actions économiques et la formation des insulaires en soutenant le développement local, en particulier dans les domaines de la pêche, l'aquaculture et l'agriculture.

Depuis sa création, l'association a vu son environnement institutionnel évoluer. D'une part, la décentralisation a donné plus de poids aux régions et, d'autre part, l'intervention européenne à travers les fonds structurels de type FEDER, au titre de l'objectif 5b notamment, et des programmes spécifiques (LIFE...) s'est affirmée. La vulnérabilité économique des îles du Ponant est d'ailleurs reconnue officiellement par l'Union Européenne avec leur inscription depuis la fin des années 1970 en zone d'objectif 2 : reconversion économique et sociale des zones en difficultés structurelles (Bernard, 1978). Une fois de plus, ces fonds spéciaux sont drainés vers les équipements publics et

¹⁶ M. Jean, directeur général de l'Association des Îles du Ponant.

les services d'eau entre autres, « détournant » en quelque sorte leur finalité originelle d'aide au développement économique au profit du développement structurel. Mais les nécessités structurelles des îles du Ponant ne sont-elle pas aujourd'hui les garantes de leur développement économique, sous l'impulsion « monomaniaque » du tourisme (Chiron, 2003) ?

Ainsi, la mission de l'Association des Îles du Ponant est d'assurer la programmation des crédits affectés aux îles par la Région Bretagne essentiellement - douze îles sur quinze, abondés par des crédits d'Etat dans le cadre des contrats de plan Etat-Région. En outre, la mise en place d'une politique régionale spécifique à l'égard des îles, sous le terme « limiter les problèmes de périphéricité des îles », a permis d'élire les problématiques insulaires aux subventions de ces contrats de plan et des programmes européens. Dans les autres régions, les îles en tant qu'îles ne bénéficient d'aucun programme particulier, à moins qu'elles n'appartiennent à un zonage continental leur permettant de bénéficier de crédits européens (Pinard et Jean, 2000).

Les résultats escomptés semblent aujourd'hui plutôt satisfaisants : globalement, la population insulaire paraît stabilisée, même si la crise démographique est patente ; les services essentiels : commerces, santé, éducation, transport maritime toute l'année existent sur chaque île ; la protection des paysages et des milieux naturels est mise en place. Il faut enfin souligner la création, en 1975, du *Collège des Iles du Ponant*, établissement d'enseignement secondaire permettant de scolariser les enfants des îles, dans cinq sites insulaires éclatés : Batz, Ouessant, Molène, Groix et Houat. Cette structure, exceptionnelle dans le cadre de l'Education Nationale, pourrait cependant être remise en question du fait de la chute des effectifs scolarisés, à Molène et Sein notamment. L'enjeu du maintien de ces établissements est crucial pour ces îles : ils sont la garantie, pour les actifs ayant des enfants, de la scolarisation de ceux-ci sur l'île ; l'obligation de se rendre sur le continent signifie, au contraire, l'internat ou l'émigration de la famille toute entière. Si l'Association des Îles du Ponant apparaît souvent uniquement comme une « pompe à subventions », ce rôle est, quoi qu'il en soit, essentiel compte tenu du surcoût insulaire imputé aux investissements : les efforts financiers consentis pour les îles ne font que permettre de boucler des plans de financement qui le seraient sans difficulté sur le continent (Pinard et Jean, 2000).

1.3. Quelle problématique de gestion de l'eau sur les îles ?

1.3.1. De nombreuses recherches scientifiques sur la question

La bibliographie internationale est riche de références relatives à des travaux de recherche de mise en valeur et de gestion des ressources en eau sur les îles. D'une part, l'organisation de quelques colloques et conférences, voire la publication de numéros spéciaux de revues de géographie exclusivement consacrés à l'insularité ont, à la fin des années 1980 et dans les années 1990, réuni de nombreux spécialistes de la question insulaire ou littorale. Il convient de citer le colloque international qui s'est tenu à Brest en novembre 1989 sur le thème « Territoires et sociétés insulaires », dont les actes ont été publiés en 1991 dans la collection « Recherches et techniques sur l'environnement » du Ministère de l'Environnement. En 1990, la revue de géographie *Noroi* faisait suite à ce colloque en publiant un numéro spécial (n° 145) consacré à la seule problématique des îles, regroupant un panel d'articles sous l'intitulé *Îles et sociétés insulaires*. Enfin, il ne faut oublier les journées de Géographie tropicale qui ont eu lieu également à Brest en

septembre 1997, sur le thème « Îles et littoraux tropicaux », dont les actes ont été publiés aux éditions *Ouest Editions*. D'autre part, une forte mobilisation de la communauté scientifique a eu lieu autour de la gestion de l'eau dans les pays méditerranéens, par l'intermédiaire du Plan Bleu pour l'environnement et le développement en Méditerranée, créé en 1975. L'insularité y tient une part importante du fait de la multitude d'îles méditerranéennes, et la thématique de l'eau s'avère un enjeu crucial dans un contexte climatique contraignant. En outre, le pourtour méditerranéen est la première destination touristique mondiale : le tourisme amplifie considérablement les demandes locales - notamment dans les îles - et estivales en eau potable (Margat et Vallée, 2000), alors même que la période estivale y est intrinsèquement sèche.

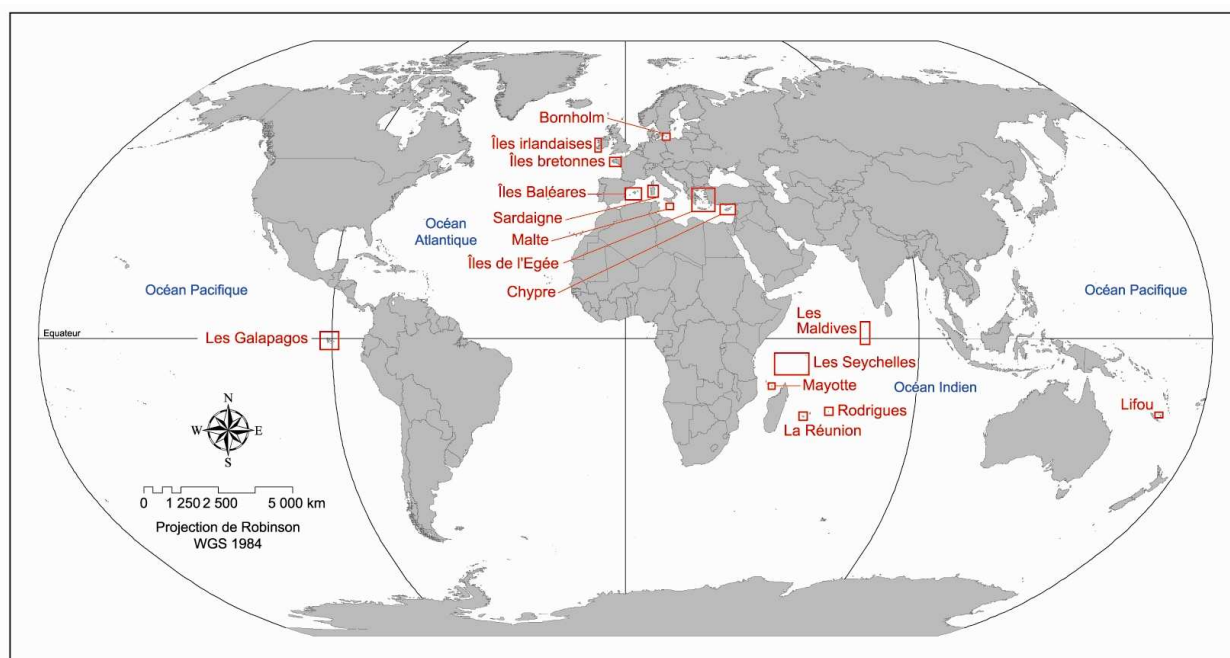
Un relais essentiel des îles auprès des instances de l'Union Européenne est la Commission des îles de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes, laquelle a été créée en 1973 à l'initiative de la région Bretagne. La Commission des Îles confirme la prédisposition géographique insulaire au manque d'eau : « Water, which is essential for human life, is a source of major concern for many islands »¹⁷ (EURISLES, 2002). Ainsi, les îles de Malte, Chypre, les Baléares et encore les îles grecques telles que la Crète ou les îles du Dodécanèse ont fait l'objet de nombreuses études et publications. Le cas grec est d'ailleurs tout à fait intéressant : la multitude d'articles scientifiques, dans les domaines de l'économie, des sciences de l'ingénieur ou de l'environnement, est justifiée par l'importance du fait insulaire dans la géographie même du pays. Il faut se référer aux travaux issus des recherches de l'Université d'Athènes - *National Technical University of Athens* (NTUA) - et de l'Université de la mer Egée, située sur l'île de Lesbos. Ceux-ci se focalisent aussi bien sur les nouvelles technologies de production d'eau non conventionnelle, telle que le dessalement, et le recours aux énergies renouvelables, que sur les expérimentations de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation. De même en Espagne, le développement de l'archipel baléarique fait de ces îles un formidable laboratoire d'investigation des processus géographiques et de leurs conséquences sur la ressource en eau. Les résultats de ces recherches ont été publiés dans les revues telles que *Water Policy*, *Desalination*, *Energy*, ou encore *Ocean and Coastal Management*, disponibles en ligne auprès de l'éditeur *Elsevier Sciences*, revues dont les contenus sont dans l'ensemble très orientés vers les applications technologiques et les systèmes d'aide à la décision. La présence de pôles universitaires et de recherche tel que l'IRD (Institut de Recherche et Développement) n'est évidemment pas étrangère à la production scientifique. En témoignent les travaux menés hors Union Européenne continentale, comme à la Réunion et dans les îles de l'océan Indien, ou encore en Nouvelle-Calédonie dans l'océan Pacifique.

Le développement des technologies de télécommunication a également permis les échanges entre populations insulaires isolées à travers le monde : il faut citer le réseau *Small Islands Voice* et son forum de discussion, régulièrement consacrée aux questions de l'eau (<http://www.sivglobal.org>). Enfin, l'Organisation Non Gouvernementale Insula, sous l'égide de l'UNESCO, créée à la suite du colloque international « Territoires et sociétés insulaires » en 1989 à Brest, a pour objectifs la contribution au développement raisonnable et durable des îles, et la promotion des échanges entre experts et spécialistes des îles au travers de la publication du journal éponyme *Insula – International Journal of Island Affairs*. La question des ressources en eau douce y est régulièrement présente.

¹⁷ L'eau, qui est essentielle à la vie humaine, est une préoccupation majeure pour de nombreuses îles.

Une synthèse non exhaustive de ces contributions est présentée ci-après ; des exemples précis sont développés, avec successivement les îles européennes, puis les îles de l’océan Indien, pour finir par le cas de Lifou, dans l’océan Pacifique (fig.2.1). Le choix de ces exemples se veut représentatif d’une part des différents contextes géographiques qui peuvent être rencontrés, et, d’autre part, des problématiques multiples liées à la ressource en eau.

Figure 2.1 : Localisation des îles citées dans la synthèse bibliographique.



1.3.2. Suffisance et dégradation des ressources en eau : une préoccupation insulaire majeure

Dans une publication assez récente concernant les îles méditerranéennes et nord-américaines (Beller *et al.*, 1990), il est spécifié sous l’appellation « regional recommendations » que l’eau est une problématique forte de l’insularité : « The most important areas of intervention are listed as water, energy, tourism, agriculture, forestry, wildlife management, waste disposal. These constitute an array of deeply related environmental problems, concerning most small islands »¹⁸. L’eau figure parmi les préoccupations insulaires majeures, avec l’énergie, les déchets et la gestion des flux touristiques notamment ; elle est inscrite dans les réalités permanentes et croissantes pour les îles de l’Union Européenne, sous l’appellation : « permanent and pervasive realities » (EURISLES, 2002). Si, reprenant les conclusions des travaux du Programme Hydrologique International de l’UNESCO, les îles dont la superficie est inférieure à 1 000 km² ou dont la largeur est inférieure à 10 km sont celles qui rencontrent les plus grandes difficultés d’alimentation en eau (Brigand, 1991), les plus grandes îles peuvent, elles aussi, connaître des soucis de manque d’eau. Leur origine est souvent liée à l’absence de relief significatif nécessaire à la formation des précipitations par ascendance

¹⁸ La liste des interventions les plus importantes sont l’eau, l’énergie, le tourisme, l’agriculture, la forêt, la gestion de la vie sauvage et celle des déchets. Cela constitue un ensemble de problèmes environnementaux cruciaux pour la plupart des petites îles.

orographique. Ainsi les conclusions des travaux de l'UNESCO peuvent être discutées au regard du seul exemple de la Sardaigne. Sur celle-ci, l'eau est une priorité urgente car l'île rencontre traditionnellement des difficultés d'approvisionnement en eau : le déficit atteint en moyenne 46 % des besoins, justifiant la recherche de solutions pour pallier la pénurie. Parmi celles-ci, un ambitieux projet d'aqueduc entre l'île et la Corse voisine est sérieusement envisagé : l'ouvrage permettrait l'importation de quelque 2 millions de mètres cubes, et profiterait également au sud de la Corse (EURISLES, 2002).

* *
*

Deux facteurs principaux sont clairement identifiés pour expliquer les difficultés insulaires à suffire à leurs besoins en eau :

- l'insuffisance des ressources endogènes face à la demande anthropique,
- la pollution des réserves, superficielles et souterraines.

Le premier facteur est lié à la notion de déficit structurel et/ou provoqué, déjà développée dans le premier chapitre. Il relève du ressort direct de l'ingénierie hydraulique : exploitation des ressources, création de réserves, développement de réseaux de distribution et de stations de traitement (Vervier, 2004). La surexploitation des ressources souterraines constitue le second facteur : elle peut effectivement conduire à leur dégradation par salinisation ou pollution consécutive à la concentration de contaminants : les pics de consommation pour les activités agricoles ou les usages domestiques se concentrent souvent pendant la saison sèche, laquelle correspond aux périodes d'étiage hydrologiques favorables à la concentration des polluants. De plus, les périodes de sécheresse et conjointement celles de fortes chaleurs mettent en péril la qualité sanitaire des ressources superficielles en eau à cause de leur faible renouvellement, de leur stagnation et des proliférations algales et/ou bactériologiques.

2. Un panel d'expériences insulaires de gestion de l'eau

2.1. Les îles de l'Union Européenne

2.1.1. Contexte général

Si le manque d'eau est un problème fréquent sur les petites îles à climat chaud et sec, comme les îles de Méditerranée ou certaines îles des Antilles, il ne leur est pas exclusif (EURISLES, 2002). Les îles européennes, au sens institutionnel du terme, sont nombreuses et sont réparties non seulement au large des métropoles continentales, en mer du Nord, en Manche, Atlantique et Méditerranée, mais aussi dans l'océan Indien et les Caraïbes avec les départements d'Outre mer français. Si la plupart des îles sont localisées dans la zone climatique tempéré, la variation des latitudes induit d'importantes disparités climatiques qui pourraient laisser penser que seules les îles méridionales de Méditerranée ou les Canaries peuvent connaître des difficultés de gestion de leurs ressources hydriques, difficultés dont la cause serait imputable au manque de précipitations.

Pourtant, certaines îles du nord de l'Europe doivent faire face à d'importantes dégradations de la qualité et de la quantité de leurs ressources en eau, et par conséquent à une réelle menace de pénurie. C'est le cas, par exemple, de l'île danoise de Bornholm (588 km²) en mer Baltique : l'approvisionnement en eau pour les besoins agricoles provient exclusivement de l'exploitation des eaux souterraines dont la qualité est menacée par la pollution azotée (nitrates) issues de l'agriculture intensive. Si, jusqu'à présent, seuls quelques forages ont été abandonnés à cause de la mauvaise qualité de l'eau brute, les risques futurs d'une détérioration plus globale de la ressource sont réels puisque l'eau brute actuellement exploitée a un temps de résidence d'une trentaine, voire d'une quarantaine d'années : la concentration des polluants pourrait de la sorte atteindre des maxima dans les décennies à venir. La cartographie des réservoirs aquifères réalisée entre 2000 et 2007 permettra la mise en place de mesures de protection et complètera les actions de dépollution des sols menées depuis les années 1990 (EURISLES, 2002).

Plus au sud, sur l'île méditerranéenne de Gozo (67 km²) dans l'archipel maltais, la plupart des besoins sont assurés par l'exploitation de la nappe phréatique, ce qui n'empêche pas l'île de connaître une pénurie chronique en eau. Paradoxalement, la majeure partie des eaux de ruissellement se déverse dans la mer sans qu'elles puissent être mobilisées, faute d'infrastructures permettant de les collecter et les stocker. Ce déficit infrastructurel a des effets néfastes sur les volumes de recharge des réserves aquifères, mais également sur l'érosion du sol : traditionnellement, des murs retenaient le sol en structurant un paysage de terrasses, mais le manque d'entretien les a progressivement conduits à l'état de ruines, du fait notamment du coût de maintenance et de la diminution de personnes capables de les entretenir. Pour faire face aux pics de demande, de l'eau est importée depuis l'île voisine de Malte, où elle est produite dans une usine de dessalement d'eau de mer. Si les besoins des populations de Malte et Gozo sont aujourd'hui satisfaits, c'est au détriment de coûts financiers très importants. De plus, le secteur agricole manque d'eau pour l'irrigation : la gestion de la pénurie est résolue à court terme avec l'exploitation des réserves souterraines ; ce n'est pourtant pas sans craindre de graves répercussions à plus long terme pour la filière agricole et toute la population (EURISLES, 2002).

Le cas de la Crête est un exemple intéressant en matière de réflexions durables sur les ressources en eau sur les îles européennes. La disponibilité en eau de l'île, en

terme de valeurs moyennes, n'est pas un facteur limitant en soi ; ce qui est réellement significatif et problématique réside dans les disparités régionales et temporelles de disponibilité de la ressource (Chartzoulakis *et al.*, 2001). Dans l'ensemble, l'île présente une ressource moyenne relativement élevée : 4 800 m³/an/habitant, certes moindre que la moyenne grecque (6 700 m³/an/habitant), mais nettement supérieure à d'autres pays méditerranéens tels que Chypre (1 285) ou Malte (85) (Marecos *et al.*, 1996). Le problème vient de la distribution spatiotemporelle des précipitations et du déphasage entre offre et demande : 70 à 80 % de la pluviométrie annuelle se concentrent au cours des trois ou quatre mois hivernaux ; a contrario l'été est caractérisé par sa longue sécheresse. Cette situation est exacerbée par les besoins en eau qui sont, pour l'agriculture (84 % de la consommation totale) comme pour les usages domestiques (12 %), les plus importants à la fin du printemps, en été et au début de l'automne. De plus, les besoins domestiques augmentent d'autant plus pendant les périodes chaudes et sèches ; ils sont également influencés positivement par la clientèle des touristes originaires du nord de l'Europe, imprégnés de cultures « humides », et donc ignorantes des pénuries en eau (Chartzoulakis *et al.*, 2001). Ces conditions atmosphériques – et notamment les sécheresses chroniques - conjuguées au contexte socio-économique crétois ont forcé les autorités en charge de la gestion des ressources en eau à rechercher de nouvelles ressources en eau fiables. L'utilisation des eaux usées traitées s'est avérée, comme pour la plupart des pays méditerranéens, la plus pertinente pour les usages ne nécessitant pas de l'eau potable, telle que l'irrigation (Angelakis et Diamadopoulos, 1995). En Crète, ces eaux usées traitées représentent un gisement de quelque 100 000 mètres cubes quotidiens : son utilisation pour les besoins d'irrigation permettrait une augmentation de 5,3 % des surfaces irriguées (Tsarakis *et al.*, 2001). Une telle politique alternative de gestion des ressources en eau va dans le sens d'une agriculture durable.

Si les besoins pour l'agriculture sont en cause dans les exemples cités de Bornholm, Gozo et de la Crète, l'influence du tourisme est indéniable dans les processus menaçant la durabilité des ressources en eau. Les flux touristiques coïncident généralement avec les périodes de moindre pluviosité : ils constituent un facteur aggravant de la situation hydrique spécifiquement là où la ressource est rare, difficile à mobiliser et contrainte par la saisonnalité des conditions climatiques. La difficulté de mobilisation de la ressource est une question essentiellement infrastructurelle, étroitement liée aux conditions hydromorphologiques et climatiques, comme pour l'exemple de Gozo en situation de déficit structurel. Le régime pluviométrique est une donnée importante car il conditionne la période de recharge des réserves hydrologiques, superficielles et souterraines, alors que la topographie et la situation géographique contribueront aux régimes d'écoulement. Le propos mérite d'être approfondi, et trouve d'ailleurs un écho particulier avec les exemples espagnols des îles baléariques et grecs des îles du Dodécanèse : de nombreuses recherches et réflexions ont été menées sur ces territoires insulaires soumis à de fortes pressions touristiques et à un manque d'eau patent.

2.1.2. Majorque et les îles baléariques

Depuis les années 1960, le tourisme de masse est devenu une activité prédominante pour les économies de nombreux Etats. Ce phénomène à forte saisonnalité des flux s'est avant tout concentré sur les zones côtières et les îles (Rodriguez, 1981 ; Gössling, 2001), et plus encore dans des régions dont les ressources en eau sont limitées (European Environment Agency, 1999). Les effets du tourisme sur l'environnement sont

évidemment liés à l'accroissement des transports, l'utilisation des ressources naturelles et les rejets polluants, atmosphériques et hydriques.

Le premier boom touristique qui affecte l'île de Majorque date des années 1955-1973 : il a profondément modifié l'économie locale et les structures sociales de l'île (Rullan-Salamanca, 2002). Le décollage économique (trop) rapide, accélérant le passage d'une société insulaire traditionnelle à une société industrielle, associé à l'ignorance scientifique générale, explique les dégradations incontrôlées sur l'environnement, affectant tout particulièrement les plages et les ressources en eau. Sur ce dernier point, les pics de demande ont lieu justement pendant la période de sécheresse estivale, contribuant à la surexploitation et, par conséquent, au déséquilibre hydrique des aquifères de l'île : certaines unités ont connu des baisses de 55 m de leur niveau piézométrique, celui de l'aquifère exploité depuis 1976 pour alimenter Palma atteint plus de 80 mètres. La situation dans les années 1980 est d'autant plus inquiétante que 90 % de l'eau consommée dans l'archipel est d'origine souterraine et que tous les aquifères proches des villes et des stations estivales sont épuisés : « All the aquifers surrounding towns and summer resorts had been exhausted [...] »¹⁹. Les ressources ne sont pas durables et leur surexploitation engendre inexorablement leur salinisation. Ainsi, au début des années 2000, sept aquifères de l'île rencontrent des problèmes importants de salinisation et d'autres sont pollués par l'usage intensif de fertilisants agricoles (Garcia et Servera, 2003).

Les sécheresses successives des années 1988-1990 et 1992-1995 ont aggravé significativement les problèmes d'approvisionnement en eau de l'île. La solution proposée par le gouvernement pour pallier la pénurie a été l'importation d'eau par bateau, depuis le continent (Wheeler, 1995). Ainsi, à la fin de l'année 1994, le gouvernement espagnol a adopté une loi autorisant le transfert de 10 millions de mètres cubes d'eau depuis l'Ebre jusqu'à l'île de Majorque. L'opération, baptisée « Operacion barco », a duré d'avril 1995 à janvier 1999 et s'est avérée très onéreuse (42 millions d'euros) : elle est finalement un échec total. La demande continuant sans cesse d'augmenter sous l'influence des populations résidentes et des visiteurs a forcé les autorités à recourir à des ressources non conventionnelles. En 1972, la première expérience de réutilisation des eaux assainies pour l'irrigation était ainsi mise en place sur l'île de Majorque ; en 1999, plus du tiers des eaux rejetées à l'exutoire des usines de traitement des eaux usées était réexploité pour l'irrigation des cultures de céréales, l'arrosage des terrains de golf ou le nettoyage urbain. Mais c'est surtout le dessalement de l'eau de mer qui a été développé (Rullan-Salamanca et Rodriguez-Perea, 1999). La première unité de dessalement a été construite en 1995 à Palma de Majorque, avec une capacité de 11 millions de mètres cubes annuels ; la première usine par osmose inverse a commencé de fonctionner en juillet 1999, sa capacité étant de 42 000 mètres cubes par jour, à Bay of Palma. Les autres îles de l'archipel, Ibiza et Formentera, sont également équipées de stations de désalinisation. Les coûts environnementaux et énergétiques sont cependant très élevés et ces îles restent confrontées à des situations de pénurie chronique, pénurie d'autant plus grave lors des années de sécheresse, comme celle, récente, de 2000 – année la plus sèche depuis les années 1950 - où des restrictions d'eau ont été nécessaires dans certains villages (EURISLES, 2002).

Historiquement, le plus gros destinataire de l'eau était l'agriculture : entre les années 1960 et 1980, le secteur agricole a consommé respectivement de 75 % à 60 % de la ressource totale exploitée. Dans les années 1990, ce rapport est tombé à 53 % sous

¹⁹ Tous les aquifères environnant les villes et les stations balnéaires sont épuisés.

l'influence de la Politique Agricole Commune de l'Union Européenne et de ses objectifs de réduction des surfaces irriguées. Dans le même temps, la demande en eau domestique n'a cessé de croître, passant de 47 millions de mètres cubes en 1970 à 113 millions de mètres cubes en 1999, soit une augmentation de 140 %. A l'exception d'une légère baisse de consommation au début des années 1990, la tendance générale de ces 25 dernières années est à une augmentation continue. Le plus inquiétant demeure l'augmentation des consommations par habitant, lesquelles atteignent des chiffres records, avec quelque 367 m³/habitant/an en 1999 (tab.2.1). Elle est liée aux besoins croissants des populations, et, plus particulièrement, à ceux des populations touristiques : « The consumption of water by tourists is nearly twice as high as that of the local population »²⁰ (European Environment Agency, 1999). Dans le cas de Majorque, C. Garcia et J. Servera (2003) précisent : « The increasing number of residents and visitors exerts a strong pressure over water resources producing overextraction and a lowering of the groundwater table in aquifers »²¹. Selon eux, le tourisme à Majorque devient insoutenable et il est urgent de mettre en place une politique de gestion de l'eau si la durabilité est justement l'objectif poursuivi.

Tableau 2.1 : Evolution des volumes consommés par les usages domestiques sur l'île de Majorque.

<i>Année</i>	<i>Consommation en eau (m³)</i>	<i>Population totale</i>	<i>Consommation d'eau par habitant (l/d)</i>
1989	92 298 370	754 140	353
1992	92 575 295	735 927	345
1996	103 650 425	794 363	358
1999	113 817 840	848 742	367

D'après Blazquez *et al.*, 2001.

Afin d'enrayer le processus et compte tenu des coûts d'exploitation très importants du dessalement, le Gouvernement des Îles Baléares oriente sa politique future vers un plan de gestion hydrologique fondé sur des mesures telles que l'optimisation des rendements des réseaux de distribution, la réparation des fuites, l'installation de compteurs d'eau pour les consommations domestiques, la mise en place de campagnes de sensibilisation, et l'augmentation des tarifs pour encourager des réductions de consommation. Une politique volontariste semblable a été mise en œuvre sur l'île de Chypre, où l'efficacité des mesures de gestion et de rationalisation de la demande est démontrée par la diminution significative des volumes consommés : ces derniers sont passés de 540 millions de mètres cubes annuels en 1985 à 235 millions de mètres cubes en 1998 (Margat et Vallée, 2000) !

²⁰ La consommation d'eau par les touristes est près de deux fois plus élevée que celle de la population locale.

²¹ Le nombre croissant de résidents et de visiteurs exerce une forte pression sur les ressources en eau engendrant une surexploitation et une baisse du niveau de la nappe d'eau souterraine.

2.1.3. Les îles grecques du Dodécanèse

a. Les petites îles du Dodécanèse

Au sein du bassin méditerranéen, les îles grecques possèdent une forte originalité géographique du fait de leur « émiettement excessif et de la médiocrité de leurs surfaces créant par excellence des conditions d'isolement et marginalisation socio-économique ». (Anthopoulou, 1997). Depuis les années 1980, le tourisme joue un rôle stimulateur pour la vie socio-économique de cet espace insulaire. L'activité touristique exerce une pression d'autant plus problématique sur les ressources en eau de ces îles qu'elle coïncide avec la demande maximale pour l'agriculture, alors même que la disponibilité de la ressource est minimale du fait des conditions de sécheresse estivale. Ainsi, 85 % du mouvement touristique se produit effectivement en période de sécheresse et de fortes chaleurs, et « la conséquence la plus importante sur l'environnement est l'apparition de pressions importantes sur des écosystèmes fragiles (zones humides), l'épuisement des ressources en eau et la pollution des nappes phréatiques » (Spilanis et Sourbes, 1999). Les flux touristiques qui se concentrent essentiellement en été s'accompagnent de conséquences négatives quant à la durabilité des usages et la disponibilité des ressources en eau : « The limited water resources they have are driven to exhaustion and that will affect not only the sustenance of economic growth of the local economies but the integrity of the ecosystems as well »²² (Avlonitis *et al.*, 2002). Les autorités ont, par conséquent, procédé à la création de stations de désalinisation ou eu recours à l'importation d'eau par bateau, voire, plus récemment, créé des lacs artificiels. Ces solutions demeurent cependant particulièrement coûteuses (Spilanis, 1992).

Une étude récente, portant sur la gestion des ressources en eau de l'ensemble des îles de la préfecture du Dodécanèse (Avlonitis *et al.*, 2002), s'était fixée comme objectif l'aide à la décision quant aux mesures de gestion des ressources en eau de quatorze îles isolées : il s'agissait, d'une part, de satisfaire la demande en eau potable et, d'autre part, de traiter les eaux usées pour leur réutilisation en irrigation. Des scénarios intégrant les limites naturelles locales des ressources en eau et les capacités de financement des autorités locales ont permis d'identifier la ou les solutions les mieux adaptées aux contextes insulaires. Ainsi, dans l'exemple des îles de la Préfecture du Dodécanèse, c'est l'île principale de Rhodes qui assure le ravitaillement en eau des autres îles par l'exportation d'eau. Il s'agit d'une des solutions les plus courantes et anciennes pour les petites îles du Dodécanèse. Aussi A. Vitoriou-Georgouli (1987) en faisait-elle état : « In a number of islands of the Dodecanese Archipelago, the problem of satisfying domestic water supply requirements appears during the extended summer period, April to November, due to the considerable seasonal increase of population by the influx of tourists »²³. A la fin des années 1980, l'effort était déjà porté sur le développement des ressources locales pour subvenir aux besoins, de manière à ce que les îles demeurent au maximum indépendantes de ces importations. Quoi qu'il en soit, les conditions d'utilisation des tankers comme moyen d'approvisionnement en eau faisaient alors du ravitaillement par bateau une solution techniquement et économiquement intéressante, arguant d'un certain nombre d'avantages (*ibid.*) :

²² Leurs ressources limitées en eau sont en cours d'épuisement et cela n'affectera pas seulement la durabilité de la croissance économique mais l'intégrité des écosystèmes.

²³ Dans de nombreuses îles de l'Archipel du Dodécanèse, le problème de la satisfaction des besoins domestiques apparaît pendant la grande saison estivale, d'avril à novembre, à cause de l'accroissement considérable de la population saisonnière par l'afflux de touristes.

- facilité d'utilisation de la flotte importante de tankers grecs,
- flexibilité pour les îles nécessiteuses, en fonction de leurs besoins et de leurs capacités de stockage,
- amélioration de la qualité de l'eau disponible comparativement aux eaux souterraines, suite à une surexploitation,
- présence des infrastructures sur les îles : port, pompes...
- faiblesse des coûts et distances limitées,
- meilleure adaptation technique et économique du transport par tanker, comparativement aux autres solutions envisageables : désalinisation, construction de barrage, canalisation sous-marine.

Cependant, un certain nombre d'inconvénients et de désavantages devait leur être opposé :

- nécessité de capacités de stockage importantes, en prévision des pics de consommation, lesquelles s'avèrent économiquement non rentables les mois d'hiver où elles sont inutiles,
- insécurité des ravitaillements : pannes, mauvais temps,
- tendance à la diminution des surplus à Rhodes et à Kos, laquelle peut devenir très problématique pour ces deux îles,
- difficulté des livraisons « à temps » en période de plus grosse affluence (juillet-août).

Tableau 2.2 : Infrastructures hydrauliques des petites îles grecques du Dodécanèse.

<i>Municipalité insulaire</i>	<i>Nombre d'habitants</i>		<i>Couverture du réseau de distribution d'eau potable (%)</i>	<i>Couverture du réseau de collecte des eaux usées (%)</i>	<i>Capacité de stockage des réservoirs (m³)</i>	<i>Unité de traitement des eaux usées</i>	<i>Consommation annuelle d'eau potable (m³)</i>
	Min	Max					
Arkoi	60	120	60	0	300	non	5 090
Agathonisi	120	300	90	0	1 850	non	10 800
Chalki	200	1 000	100	100	1 280	non	24 000
Tilos	400	2 000	100	0	1500	non	48 000
Megisti	400	1 000	85	0	1 000	non	38 000
Olimpos	600	1 000	100	100	300	non	-
Lipsoi	700	2 000	85	50	2 700	non	66 000
Nisiros	600	2 000	70	60	6 000	non	48 000
Kasos	1 000	2 000	100	0	1 350	non	84 000
Astipalaia	1 000	4 000	80	60	600	non	120 000
Patmos	3 000	6 000	90	80	15 000	non	240 000
Simi	2 300	6 000	90	0	14 000	non	198 000
Leros	8 000	13 000	85	100	3 000	oui	360 000
Kalimnos	16 000	21 000	100	100	2 500	oui	840 000

D'après Avlonitis *et al.*, 2002.

En 2002, le transport d'eau par bateau revient à quelque 3,75 \$/m³, le Ministère de l'Intérieur grec les finançant à hauteur de 80 % (Avlonitis *et al.*, 2002). Parmi les plus petites îles, il y en a certaines qui sont totalement désertées ou habitées de quelques personnes seulement, sans réseau électrique mais pour lesquelles l'approvisionnement en eau potable doit également être assuré, pour des raisons nationales. De manière générale, le consensus voudrait que ces îles soient indépendantes en terme de besoins en eau, en n'utilisant que leurs ressources locales. La pression sur la ressource des plus petites d'entre elles est pourtant très forte et caractérisée par sa saisonnalité, alors que les infrastructures hydrauliques semblent insuffisantes, notamment pour la collecte et le traitement des eaux usées (tab.2.2). Aussi les perspectives pour l'exploitation des eaux souterraines et le recours aux technologies de production d'eau par dessalement devraient-elles permettre de résoudre les problèmes latents de pénurie (Avlonitis *et al.*, 2002).

b. L'île de Rhodes

L'île de **Rhodes** est la plus grande (1 400 km²) et la plus peuplée (118 000 habitants) des îles du Dodécanèse et même de l'ensemble de la mer Egée. Elle constitue un excellent exemple de gestion de l'eau compte tenu du contexte climatique semi-aride qui la caractérise et du manque d'eau chronique auquel elle doit faire face (Manoli *et al.*, 2004). Son bilan hydrique est largement déséquilibré puisque 70 % des 586 mm de précipitations annuelles sont évapotranspirés. L'approvisionnement domestique en eau potable et la majeure partie des besoins d'irrigation sont assurés par l'exploitation des eaux souterraines ; le front d'intrusion saline connaît une progression menaçante pour la durabilité de la qualité des aquifères côtiers. Ainsi, le développement futur du secteur touristique et l'augmentation de la demande en eau obligent à réfléchir à des modalités intégrées de gestion des ressources en eau : « A foreseeable increase in water demand and the further development of the tourist sector are expected to aggravate the situation and are strongly eliciting the need for the implementation of integrated water resources management efforts »²⁴ (Manoli *et al.*, 2004). En 2000, les besoins en eau sont distribués de la manière suivante : 47 % des volumes sont alloués à l'irrigation et à l'élevage, 53 % des volumes sont mobilisés pour les besoins domestiques. Les perspectives selon un scénario modéré d'augmentation des populations permanentes et saisonnières montrent que le déséquilibre va se creuser à l'horizon 2040 : les besoins domestiques devraient alors mobiliser 70 % des volumes totaux. Il est donc impératif que les efforts s'orientent vers des politiques alternatives de gestion de la ressource afin de garantir le futur économique et social de l'île. D'autant plus que la crise entre usages est latente du fait (*ibid.*) :

- de la vulnérabilité des écosystèmes, exacerbée par les fluctuations annuelles du bilan de l'eau, sous l'influence des sécheresses et inondations périodiques,
- du manque d'approvisionnement en eau adéquat, tant en termes de qualité et de quantité, résultant des modes de consommation intensive et des usages touristiques,
- de l'augmentation rapide de la demande et de la forte compétitivité, voire de la conflictualité des usages,

²⁴ L'accroissement prévisible de la demande en eau et le développement futur du secteur touristique devraient aggraver la situation et provoquent un besoin urgent de mise en œuvre d'une politique volontariste de gestion intégrée des ressources en eau.

- l’absence de planification sur le long terme et de la participation publique,
- la dégradation quantitative et qualitative des aquifères,
- des considérations écosystémiques et environnementales de plus en plus présentes dans le débat.

Deux politiques d’approvisionnement en eau ont été proposées pour améliorer la situation de l’île de Rhodes : développer l’exploitation des eaux de surface d’une part, dessaler l’eau de mer d’autre part. La première option fut formulée par le PNUE (Programme des Nations Unies pour l’Environnement) dans son plan de gestion des ressources en eau : elle est sensée répondre aux besoins urbains et protéger les aquifères côtiers de la surexploitation et de la salinisation. La seconde série d’options réside dans le recours aux technologies alternatives de production d’eau, à savoir la désalinisation de l’eau de mer. Deux cas de figure sont envisagés : un dessalement conventionnel et un dessalement alimenté par les énergies renouvelables (solaire et éolienne), eux-mêmes déclinés selon deux alternatives : une unité unique ou plusieurs petites unités distribuées sur le territoire insulaire. L’analyse menée par E. Manoli *et al.* (2004) tend à montrer que la première option fondée sur l’optimisation des réserves superficielles est la plus attractive : « Under the present conditions, surface water storage schemes are the most attractive and reliable option for the water supply development in the island of Rhodes »²⁵. Cependant, le dessalement peut s’avérer être une solution technique complémentaire dans le schéma général de gestion de l’eau, d’autant plus s’il est couplé à des sources d’énergie renouvelable. Une telle solution est d’ailleurs intéressante pour les régions semi-arides et arides soumises à d’importants stress hydriques et marqués par les fluctuations climatiques saisonnières : elle offre la possibilité d’ajuster la production aux variations de demande et d’anticiper les augmentations des besoins, à un moindre coût environnemental. Enfin, les améliorations du système d’osmose inverse devraient réduire les consommations énergétiques des unités et ainsi influencer les coûts de production d’eau potable.

Quoi qu’il en soit, certains auteurs grecs (Karavitis, 1999 ; Manoli *et al.*, 2004) ne manquent pas de souligner les incohérences et insuffisances du système institutionnel grec de gestion de l’eau. La multiplication des départements gouvernementaux en charge de la question des ressources hydriques compartimente leurs activités respectives et empêche la prise de mesures coordonnées. De plus, le contexte légal qui régit la gestion de l’eau n’est pas adapté aux problèmes modernes des sociétés urbaines et des changements rapides de l’environnement socio-économique des îles grecques. Les juridictions se chevauchent et les outils de régulation sont dispersés entre des autorités responsables fragmentées : cela contribue à une multiplication des organes de conseil, au recouvrement des fonctions permissives, ne rendant que plus évidente l’insuffisance de la décentralisation des autorités de gestion responsables.

La demande croissante en eau potable constitue une problématique commune pour les îles méditerranéennes (Charalambous, 2001), laquelle conduit souvent les autorités à surexploiter les réserves souterraines, ce qui a pour conséquence une dégradation de leur qualité et l’intrusion saline dans les aquifères. A ce titre, les exemples des îles Baléares et des îles du Dodécanèse illustrent parfaitement la mutation des enjeux de la gestion des ressources en eau, enjeux qui basculent, depuis l’avènement du tourisme

²⁵ Dans les conditions présentes, les projets de stockage d’eau superficielle constituent l’option la plus attractive et la plus sûre pour le développement de l’approvisionnement en eau de l’île de Rhodes.

dans les économies insulaires, de la satisfaction des besoins agricoles vers celle des besoins domestiques et touristiques. Les îles méditerranéennes européennes ne sont pas les seules à rencontrer ces difficultés de gestion tant quantitative que qualitative de leurs ressources en eau. Certes, le contexte climatique méditerranéen est particulièrement contraignant, mais il ne saurait à lui seul expliquer les pénuries et les insuffisances des ressources hydriques. Les pressions anthropiques liées essentiellement à l'agriculture irriguée et surtout au tourisme engendrent des situations de déficit structurel dans le cas de Gozo notamment ; ce déficit est surtout provoqué dans la majeure partie des autres cas (Vervier, 2004). Ce genre de situations se retrouve évidemment sur d'autres îles à travers le monde, notamment sur nombre d'îles de l'océan Indien et de l'océan Pacifique en zone intertropicale.

2.2. Quelques îles de la zone intertropicale

Depuis le début des années 1980, de nombreuses îles tropicales ont connu un important développement économique, associé à une augmentation rapide de leurs populations urbaines. Sur les îles hautes, l'éroisement des plaines côtières a conduit à une urbanisation de la ceinture littorale : une des conséquences de cette situation est le rejet direct des eaux usées domestiques et industrielles dans les eaux côtières. Ces effluents polluants représentent un réel danger environnemental, notamment pour les pays des régions indo-pacifiques et des Caraïbes, et ce d'autant plus lorsque ces rejets s'opèrent dans des lagons. La dégradation induite des récifs coralliens et de l'environnement côtier en général a des effets néfastes sur les activités qui dépendent directement de la qualité des eaux côtières, activités essentiellement liées à l'exploitation des ressources vivantes et au tourisme. Aussi est-il intéressant de s'attarder sur quelques îles de l'océan Indien et de l'océan Pacifique, représentatives des difficultés de gestion de la ressource hydrique. Les exemples ainsi développés sont au nombre de sept : cinq îles ou archipels de l'océan Indien (La Réunion, Mayotte et Rodrigues ; les Seychelles et les Maldives), une île et un archipel de l'océan Pacifique (Lifou et les Galápagos).

2.2.1. Les petites îles de l'océan Indien occidental : La Réunion, Mayotte et Rodrigues

L'île de La Réunion, département d'outre-mer français dans l'océan Indien, est une île volcanique tropicale, dont 40 % du territoire présente une altitude supérieure à 1 000 m. Malgré les records mondiaux de précipitations enregistrés, La Réunion connaît un paradoxe en matière d'eau puisque la ressource reste inaccessible à cause des régimes d'écoulements torrentiels et d'une hydrogéologie mal connue. Les eaux souterraines ne sont en effet exploitées que dans la zone littorale, particulièrement vulnérable aux intrusions salines. Ainsi, « la contamination progressive par invasion marine des nappes littorales, liée au développement soutenu de l'île depuis les années 70, a conduit à la construction d'aménagements de grande envergure (transfert des eaux d'Est en Ouest) et à la mise en œuvre de programme de recherche afin de localiser de nouveaux aquifères » (Pennober *et al.*, 2004). L'île est effectivement soumise à un climat tropical dont les flux zonaux sont globalement orientés d'est en ouest : conjugués aux effets orographiques et de foehn, ils induisent des contrastes d'exposition très importants entre la côte au vent très arrosée et la côte sous le vent sèche. Le transfert d'eau depuis la côte orientale vers la côte occidentale de l'île est un projet prométhéen consistant dans le percement d'un tunnel sous la montagne réunionnaise : l'objectif est de développer la culture de la canne

à sucre et de diversifier les productions agricoles en augmentant de plus de 7 000 ha les surfaces irriguées ; il s'agit également d'alimenter en eau l'espace industriel de la Rivière-des-Galets. L'enjeu est aussi lié au développement du tourisme : la côte sous le vent est évidemment très prisée pour ses conditions climatiques, aussi les aménagements touristiques y sont-ils privilégiés, ce qui n'est pas sans poser de nombreux problèmes de ressource en eau, lesquels seraient résolus avec l'importation d'eau.

Autre échelon administratif français d'outre mer, le territoire insulaire de Mayotte se situe entre les côtes est-africaines et Madagascar, dans le canal du Mozambique. Le cas mahorais illustre un autre point de la gestion des ressources en eau avec la problématique du traitement des eaux usées. En 2000, l'ensemble des eaux usées domestiques est directement rejeté vers le lagon ou dans les cours d'eau côtiers. Les impacts de ces pollutions sont aggravés lors des périodes de fort ruissellement au cours de la saison des pluies, lequel engendre inéluctablement le transport d'importants flux terrigènes et de polluants (Gourbesvilles et Thomassin, 2000). Le contexte physique de Mayotte rend pourtant impossible le dimensionnement et la construction de grosses stations de traitement des eaux usées sur le modèle métropolitain ; les solutions sont à chercher dans de petites unités locales de traitement, connectées à de petits réseaux locaux de collecte. Cela pose finalement une question fondamentale, à savoir celle de l'adaptation des technologies aux particularités géographiques locales, ainsi que celle de l'applicabilité des normes de rejets aux contraintes du milieu naturel récepteur. A Mayotte, une première station de traitement des eaux usées doit collecter les rejets de 10 000 habitants de l'agglomération de Mamoudzou. Les travaux de P. Gourbesvilles et B.A. Thomassin ont consisté, par le biais de la modélisation et de la simulation, à aider au choix de la filière de traitement à retenir, en fonction des normes de rejets à respecter légalement et des technologies disponibles, et ce afin de parvenir à la meilleure solution technico-économique et au respect des contraintes environnementales.

L'île de Rodrigues, à l'est de l'île Maurice dont elle dépend administrativement, souffre encore d'un important retard par rapport à sa métropole. Cette dernière voit en Rodrigues une opportunité de développement touristique. La forte augmentation induite de sa population la rend pourtant vulnérable aux pressions anthropiques : un des points majeurs réside dans l'insuffisance des ressources en eau pour satisfaire les exigences des touristes. En outre, la culture locale de l'eau est un facteur important pour expliquer le rejet initial par les Rodriguais du fait touristique : « Il n'est pas étonnant que les Rodriguais rejettent dans un premier temps ces hôtels, d'autant plus que, sur une île qui manque cruellement d'eau, ils furent choqués par la présence de piscines d'eau douce et par un approvisionnement prioritaire » (Gay, 1997).

2.2.2. Deux archipels de l'Océan Indien : les Seychelles et les Maldives

Aux Seychelles, comme aux Maldives, le problème de l'eau a constitué, dans les années 1970, un obstacle majeur à ce même développement du tourisme. En outre, le peuplement des cayes - petites îles basses principalement composées de rochers mais plus souvent de sable et de corail - ou des atolls demeure limité par la dimension de la nappe aquifère. Le problème est plus vrai encore dans les îles extérieures seychelloises, par opposition aux îles intérieures de l'archipel qui sont granitiques, plus vastes et dont les ressources hydrologiques sont plus importantes. Souvent, sur les îles extérieures, les puits exploitant la lentille d'eau douce ne permettaient qu'à une seule famille de survivre. Désormais, les îles comme Denis ou Bird Island disposent d'unités de dessalement pour la trentaine de bungalows touristiques présents. Sur les îles swahili, les nombreux projets

d'amélioration des infrastructures d'alimentation en eau potable des populations n'aboutissent pas, faute de moyens financiers suffisants ; les dysfonctionnements sont courants, aussi les habitants ont-ils recours au système de récupération des eaux de pluie des toitures et à leur stockage dans des citernes individuelles. Ces systèmes sont largement répandus aux Comores, représentant un volume estimé, en 1988, à 170 000 m³, soit moins de 5 litres par jour et par individu (Guébourg, 2003).

La question de l'eau se pose dans des termes assez similaires dans l'archipel des Maldives. En outre, il s'agit du pays le plus plat et le moins élevé du monde, avec une altitude maximale de 2,4 mètres sur l'île de Wilingili. Les Maldives connaissent depuis les années 1970 un essor de leur attractivité touristique, modifiant profondément les activités économiques et les conditions socio-économiques insulaires, au point que le tourisme représente actuellement l'activité la plus importante dans l'économie maldivienne avec 32 % du PNB, loin devant la pêche (6,6 %) (Ghina, 2005). Le premier hôtel *resort* a été construit en 1972 ; les Maldives en comptent désormais 87. Aux Maldives, comme sur la quasi totalité des atolls, une des principales sources d'approvisionnement en eau potable est traditionnellement la récupération des eaux de pluie. La lentille de Ghyben-Herzberg est également exploitée par des puits : le niveau piézométrique oscille à de faibles profondeurs, comprises entre 1 et 1,5 mètre sous la surface du sol, rendant facilement accessible cette ressource complémentaire. Celle-ci est évidemment très vulnérable aux pollutions terrestres et aux intrusions d'eaux salines à cause de la forte porosité du sol et de la contiguïté avec l'océan. D'ailleurs, la qualité de l'eau aquifère de la quasi-totalité des îles habitées de l'archipel n'est pas conforme aux exigences de potabilité : « In total, in 162 of the inhabited islands, the groundwater is not suitable for drinking »²⁶ (Ghina, 2005). De plus, pendant la période sèche, un quart des foyers connaissent la pénurie d'eau : « During the dry season, up to 25 % of household in all atolls report a shortage of water »²⁷ (*ibid.*). Aussi les hôtels et les collectivités tels que Malé ont-ils cherché des ressources en eau non conventionnelles pour l'approvisionnement en eau de leurs populations : leur choix s'est naturellement porté vers la désalinisation, solution technique qui n'est pas sans poser un certain nombre de questions relatives à la gestion des résidus ultra salés et surtout des coûts de production, liés aux besoins énergétiques des installations. Dans le but de pallier le manque d'eau et d'enrayer la dégradation de la qualité des eaux souterraines surexploitées, le Ministère des Affaires locales, de la Construction et de l'Environnement veut encourager l'installation de systèmes de récupération et de stockage des eaux de pluie, aux niveaux tant collectifs qu'individuels (*ibid.*). A noter que la production d'eau en bouteilles est elle aussi croissante, suivant la demande d'eau potable.

Enfin, les changements climatiques globaux prédits sur la scène scientifique internationale risquent d'affecter en tout premier lieu les systèmes atolliens, créant certainement les premiers réfugiés environnementaux de l'Histoire (Ruffin-Soler, 2004). Ironiquement pourtant, la contribution des Maldives à l'effet de serre par le biais de ses émissions de gaz n'est que de 0,01 % (Ghina, 2005). Pourtant, les conséquences de la montée du niveau marin, dont les modèles prédisent une variation positive comprise entre 0,09 et 0,88 mètres entre 1990 et 2100, seront certainement catastrophiques pour les Maldiviens. La disponibilité des ressources souterraines sera diminuée et les ondes de tempête se feront plus souvent et plus durement sentir, contribuant à la salinisation des sols et des aquifères : « Rising sea levels would decrease the thickness of the freshwater

²⁶ Au total, dans 162 des îles habitées, l'eau souterraine n'est pas potable.

²⁷ Au cours de la saison sèche, sur l'ensemble des atolls plus de 25 % des foyers souffrent de manque d'eau.

lens and therefore the availability of freshwater. Moreover, storm wash-over in the islands by increased frequency and intensity of storms will lead to increased incidences of contamination of freshwater by saltwater »²⁸ (Ghina, 2005). C'est d'ailleurs un des effets néfastes et durables du tsunami de décembre 2004 : l'inondation par l'eau de mer a salinisé les eaux souterraines et contaminé ces dernières par les apports de polluants organiques et inorganiques telles que les huiles. De plus, de nombreux réservoirs de stockage d'eau de pluie ont été détruits, ce qui n'a fait qu'aggraver la situation chronique de stress hydraulique des îles les plus touchées par le tsunami.

2.2.3. Un programme de recherche-action exemplaire : le projet ADAGE-Lifou (Nouvelle-Calédonie)

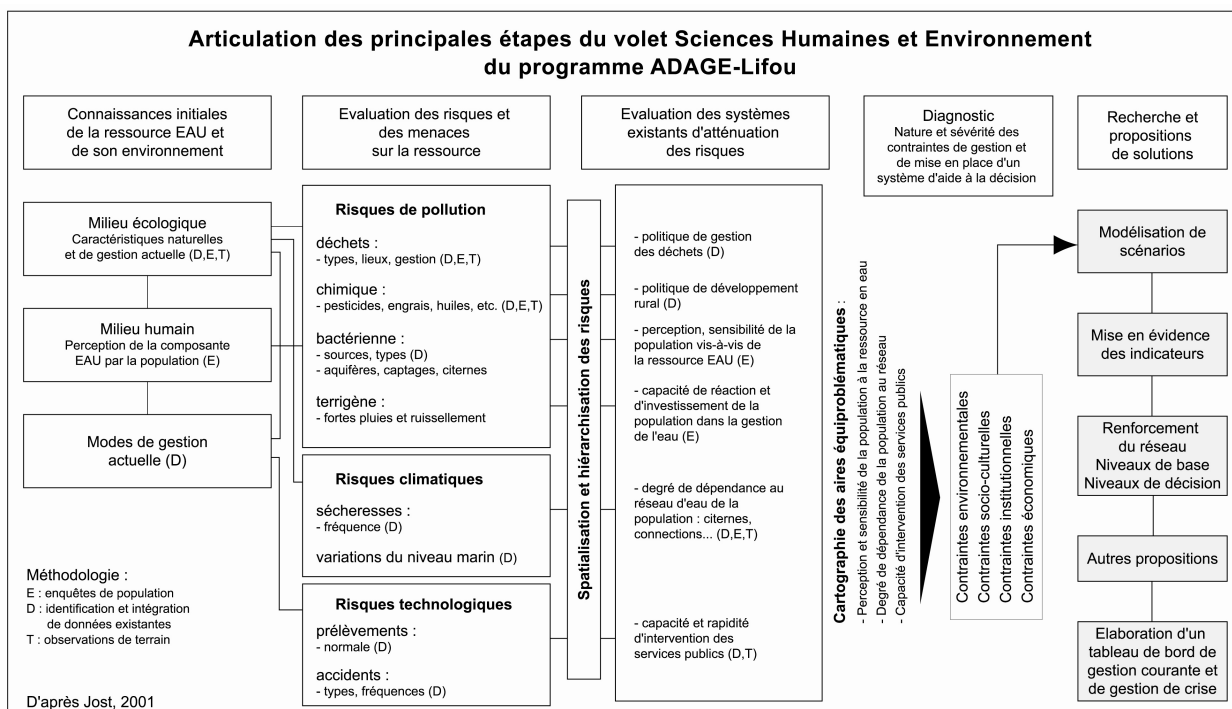
L'île de Lifou appartient à l'archipel des Îles Loyauté, dépendance de la Nouvelle-Calédonie qui constitue une entité étendue sur 1 200 km², la rapprochant d'îles telles que la Martinique (1 100 km²) et Tahiti (1 042 km²). Cet archipel est assis sur une structure calcaire d'origine corallienne, soulevée sous l'effet du bombement de la plaque océanique indo-australienne qui plonge au nord sous les Vanuatu. Malgré des conditions climatiques attrayantes, ses atouts paysagers et culturels indéniables, Lifou est une destination peu fréquentée, à la différence des exemples seychellois et maldiviens. Les initiatives récentes visent à pallier la fragilité du système touristique en place et la modestie des investissements consacrés à cette activité. La Province des Îles Loyauté a ainsi inscrit le développement touristique de Lifou comme une priorité d'aménagement, afin de dynamiser les autres activités de l'île. Cette orientation économique modifie profondément les habitudes sociétales, de plus en plus enclines à la consommation. Les contraintes environnementales fortes doivent impérativement être intégrées aux programmes d'aménagement de l'île, d'autant plus que la sensibilisation à la protection et à la gestion de l'environnement est une préoccupation récente en Nouvelle-Calédonie (Mazurier, 1997). Deux points retiennent tout particulièrement l'attention : la gestion de volumes croissants de déchets et la question des ressources en eau.

Cette dernière ne concerne pas directement les aspects quantitatifs puisque, compte tenu des effectifs de population, les réserves en eau sont aujourd'hui largement suffisantes. Cependant, les Mélanésien·s se sont équipés depuis le début des années 1990 de blocs sanitaires « en dur », incluant douches et toilettes ; une fréquentation touristique accrue augmentera indubitablement une hausse significative des besoins. Les seules eaux de pluie ne suffisent déjà plus à satisfaire les besoins domestiques ; ils sont suppléés par des réservoirs sur tour dont l'eau aux demandes agricoles et domestiques (Mazurier, 1997). L'eau ainsi mobilisée provient de l'exploitation de la nappe aquatique contenue dans le substrat calcaire de l'île, nappe peu profonde extrêmement vulnérable aux intrusions salines et aux pollutions terrestres. Dans ce sens, un programme scientifique d'aide à la gestion intégrée de ces ressources en eau a été conduit par l'IRD (Institut de Recherche et Développement) et l'Université de Nouvelle-Calédonie, en collaboration avec les autorités locales. Ce programme, baptisé ADAGE-Lifou (Aide à la Décision à l'Aménagement et en Gestion de l'Environnement) (fig.2.2), relève, plus que d'une actualité opportune, d'une anticipation pertinente des besoins et des risques qui augmenteront avec la croissance démographique et le développement (Jost, 2001). Parmi

²⁸ La montée du niveau marin devrait amincir l'épaisseur de la lentille d'eau douce et par conséquent diminuer la disponibilité de la ressource. De plus, la submersion de la surface des îles par les ondes de tempêtes plus fréquentes et plus intenses engendrera une contamination accrue de l'eau douce par l'eau salée.

les résultats significatifs, il convient de préciser que la mise en service d'un réseau d'alimentation en eau potable a été accompagnée de l'installation de compteurs et de la facturation de l'eau consommée. Cependant, aucune facture n'a été réglée, les habitants refusant de payer un bien jusqu'alors gratuit et faisant partie de l'identité kanake : pour celle-ci, l'homme est la Terre et est donc l'eau qui en est puisée. Comment accepter de payer quelque chose qui fait partie de soi, de son sol, de ses ancêtres ? La grande majorité des habitations sont équipées de citernes de récupération des eaux de pluie, voire, pour certaines, de puits. L'apparition de citernes en plastique semble indiquer que les habitants préfèrent conserver un système individuel de collecte et de stockage de l'eau. Par ailleurs, un projet de développement touristique, un projet d'extraction minière de calcaire, une demande d'extension de surfaces cultivées ou le retour des élèves de la Grande Terre pour les vacances sont autant d'exemples de pression locale en termes de consommation, de production de rejets ou de risques de pollution (Jost, 2001).

**Figure 2.2 : Schéma méthodologique du programme ADAGE-Lifou
(Aide à la Décision à l'Aménagement et en Gestion de l'Environnement).**



* *
*

Loin d'être exhaustif, ce tour d'horizon des problèmes liés à l'eau et à sa suffisance sur nombre d'îles à travers le monde fait apparaître la multiplicité des facteurs influençant la disponibilité de la ressource et la complexité des relations entre eux :

- physiques : climatiques, géologiques, topographiques,
- économiques : développement de l'agriculture irriguée et du tourisme,
- biologiques : pollutions et dégradation des milieux naturels,
- sociaux : culture locale de l'eau, amélioration du confort domestique, conflits d'usages

- techniques : équipements et infrastructures inadaptés ou insuffisants,
- politiques : mauvaise gestion, incohérences institutionnelles.

Émerge alors une question fondamentale, amorcée par les exemples seychellois et maldiviens, et à laquelle il convient de répondre globalement : l'eau peut-elle constituer un frein au développement insulaire ? La dernière partie de ce chapitre est un essai de réponse au regard des expériences bibliographiques citées ; elle débute par un dernier exemple insulaire de l'océan Pacifique, replaçant le débat dans une perspective historique avec les emblématiques îles des Galápagos.

3. L'eau : un frein au développement insulaire ?

Il ressort de la synthèse bibliographique précédente deux points essentiels pour tenter de répondre à cette interrogation fondamentale. Premièrement, il convient de souligner la permanence de certains problèmes hydriques liés à l'insularité ; deuxièmement, il faut mettre en perspective à ce premier point les solutions, pour la plupart techniques, mises en œuvre pour pallier ces mêmes problèmes. La réponse sera donc ambivalente et ne présagera pas de l'ensemble des situations insulaires.

3.1. Permanences de la question de l'eau sur les îles

3.1.1. Un dernier cas de figure historique : la colonisation des Galápagos

Il convient ici, pour clore la synthèse bibliographique et initialiser les premiers éléments de réponse, de revenir sur l'exemple des îles Galápagos évoqué en introduction de ce chapitre. L'eau a été un des défis majeurs que l'homme a dû relever pour coloniser ces îles emblématiques de la biodiversité et historiquement liées à la théorie darwinienne. Îles symboles s'il en est, les îles Galápagos ont été officiellement découvertes le 10 mars 1535, alors que les marins espagnols de T. Berlanga abordent l'archipel. Déjà, l'histoire de cet archipel est liée à la présence d'eau douce puisque, assoiffés par une longue errance dans les calmes équatoriaux du Pacifique, les marins parcourent en vain les îles à la recherche d'eau : deux hommes et dix chevaux mourront de soif (Hickman, 1985). La colonisation des Galápagos, avant l'ère touristique contemporaine, a longtemps été difficile et précaire, la nature de son sous-sol rebutant pendant des siècles une anthropisation pérenne : « les deux raisons principales qui ont limité le peuplement de l'archipel sont la pauvreté des sols et la quasi absence d'eau » (Grenier, 2000). Ce dernier facteur est intimement dépendant des conditions climatiques d'aridité que connaissent ces îles, par ailleurs soumises aux fortes variabilités saisonnières et interannuelles des courants marins du Pacifique et celles du Niño. Ainsi, le problème de l'eau douce a constitué « un des défis majeurs qu'a dû relever l'homme pour s'installer dans l'archipel » (*ibid.*). Récemment, en 1994, la sécheresse a épuisé les réserves en eau : les paysans doivent donc acheter au prix fort de l'eau acheminée par camions-citernes ; ils sont contraints de vendre un bétail amaigri au plus offrant, ce qui entraîne pour eux des pertes considérables.

Les îles de l'archipel n'ont en effet pas ou que très peu d'eau ; il n'y a d'ailleurs aucun cours d'eau pérenne aux Galápagos, et très peu de sources à cause de la porosité des roches volcaniques. Les premiers foyers de colonisation se sont naturellement installés près des failles d'eau saumâtre comme à Puerto Ayora, sur l'île de Santa Cruz. Cependant, le pompage croissant de l'eau a provoqué sa salinisation et la rend aujourd'hui, dans la plupart des cas, impropre à la consommation humaine. Les pionniers européens – tous connectés à leur *grieta* (crevasse) particulière, dont la présence valorise les terrains constructibles parce qu'elle fournit de l'eau pour la cuisine, la toilette et le jardinage – comptent ainsi davantage, pour les besoins alimentaires, sur des réservoirs individuels d'eau de pluie, recueillie sur les toits pendant la saison chaude.

L'île de San Cristobal, plus vieille que Santa Cruz, possède la seule lagune d'eau douce de tout l'archipel : *El Junco* repose sur d'épais dépôts lacustres vieux de 40 000 ans. C'est aussi la seule île où les bassins hydrographiques de la partie haute ont des sols suffisamment profonds pour que les eaux de ruissellement ne s'infiltrant pas : ils

permettent, ainsi des écoulements qui peuvent être captés pour l’approvisionnement des villages. Puerto Villamil, sur l’île d’Isabela, a le même système de pompage que Puerto Ayora, et connaît évidemment les mêmes problèmes de salinisation, moins accusés cependant car le bourg est moins important et, par conséquent, la demande moins forte. Quant au village de Puerto Velasco Ibarra sur l’île de Floreana, son approvisionnement est assuré par une des rares sources recensées dans l’archipel, au lieu dit Asilo de Paz. Cette résurgence est connue depuis le début de la fréquentation humaine des Galápagos, du temps des pirates. C’est d’ailleurs là que se sont installés les premiers colons, lors de la dernière colonisation de l’île à partir de 1879, autour de l’*hacienda* d’un commerçant équatorien nommé Manuel Cobos, sur cette même île de San Cristóbal. Les règles de l’entreprise sont très dures et toute infraction - preuve de mauvaise foi ou manquements aux quotas - est punie par des châtiments qui vont du coup de fouet à la relégation sur des îles inhabitées. Ce dernier est qualifié de caritatif si l’île d’exil est pourvue d’eau, ou de définitif si l’île en est *a priori* dépourvue... (Grenier, 2000). L’exemple des îles Galápagos replace ainsi le débat sur la gestion durable des ressources en eau dans une perspective historique indispensable à l’analyse, et concentre les problématiques principales liées à cette analyse de durabilité :

- les contraintes climatiques,
- la limitation structurelle des ressources,
- la dégradation de ces ressources suite à leur surexploitation, elle-même induite par une pression anthropique (trop) forte.

3.1.2. Des limites naturelles sans cesse repoussées par les capacités d’adaptation de l’homme

La synthèse bibliographique ainsi présentée, loin d’être exhaustive, illustre avec pertinence les éléments de la problématique de la gestion des ressources en eau sur les petites îles. Elle met ainsi en évidence les facteurs primordiaux qui peuvent être circonscrits à deux paramètres essentiels :

- les contraintes naturelles à l’origine d’un déficit structurel,
- les fortes pressions anthropiques, agricoles et/ou touristiques à l’origine d’un déficit provoqué.

Leur conjugaison est *a priori* défavorable à une gestion rationnelle et durable des ressources endogènes en eau, leur surexploitation conduisant souvent à leur pollution. Très coûteuses, les solutions couramment mises en place visent à réduire les déficits structurels et provoqués en installant des stations de dessalement ou en important de l’eau d’îles voisines ou depuis le continent. Les expériences insulaires en matière de gestion de l’eau soulignent ainsi la permanence de certains problèmes dont l’enchaînement général réside souvent dans la logique suivante :

- la réponse aux besoins est d’abord donnée par une gestion par l’offre, afin de pallier le déficit structurel lié à la restriction des ressources hydriques insulaires. De nouvelles ressources en eau sont alors prospectées et de nouveaux équipements infrastructurels permettent de les mobiliser ;
- cette modalité de gestion par l’offre a souvent conduit à une exploitation intensive des ressources souterraines et superficielles, jusqu’à la limite du potentiel naturel. La conséquence immédiate est l’émergence d’une situation

de déficit provoqué, d'abord conjoncturelle lors de sécheresses marquées, puis chronique si la demande continue d'augmenter avec l'essor de l'agriculture irriguée et/ou du tourisme ;

- conjointement au déficit provoqué, la surexploitation des réserves souterraines entraîne très souvent leur salinisation : les aquifères côtiers sont, en effet, particulièrement vulnérables aux intrusions d'eau saline, ce qui réduit encore plus le potentiel hydrique et exacerbe le risque de pénurie ;
- la répétition des situations de crises plus ou moins aiguës oblige finalement les gestionnaires à mettre en œuvre des solutions palliatives à court et moyen terme : les ressources en eau non conventionnelles sont développées, préférentiellement le dessalement, mais aussi l'importation d'eau par bateau depuis des îles plus importantes ou depuis le continent ;
- une gestion rationnelle à long terme des ressources peut ensuite être évoquée par les autorités gestionnaires et les acteurs locaux : elle émane alors d'une politique volontariste de réduction de la demande, en privilégiant, par exemple, le recyclage des eaux usées, et en développant des actions de prise de conscience des usagers quant à la rareté et au caractère marchand de l'eau.

Au regard des exemples développés auparavant, nombre d'îles en sont à l'avant-dernière étape et doivent donc gérer des situations de déficit provoqué. Certaines, comme les îles Baléares, et avant elles Chypre, en sont déjà à s'interroger sur l'orientation à donner à leurs politiques de gestion. Un tel enchaînement est finalement classique : il reprend l'évolution des enjeux et prérogatives de la gestion des ressources en eau sur un territoire, évolution décrite par A.-R. Turton (1999) et présentée dans le premier chapitre. Il n'en demeure pas moins étonnant, voire effarant, de constater qu'il aura fallu plus de trente ans d'une gestion des ressources en eau parfois désastreuse, en tout cas inadaptée aux contraintes locales, pour se rendre compte, au début du XXI^e siècle, que ces mêmes ressources sont rares et qu'une politique d'aménagement des îles plus raisonnable aurait sans doute permis d'éviter nombre d'erreurs, aujourd'hui irréversibles. Il faut, quoi qu'il en soit, opposer à ce constat le contexte historique scientifique de ces trente dernières années, lequel a justement profondément évolué sous l'influence notable de la diffusion du concept de développement durable et les premières prises de conscience de la vulnérabilité des ressources en eau.

L'exemple des Galápagos souligne à lui seul la capacité d'adaptation de l'homme confronté à un environnement *a priori* hostile à son installation pérenne : il rappelle combien le manque d'eau est indubitablement la première des contraintes territoriales à l'anthropisation. Il montre cependant que cette même capacité d'adaptation de l'espèce humaine sait repousser les limites naturelles et permet l'occupation des territoires les plus rudes. A ce titre, force est de constater, au regard des exemples insulaires cités précédemment, que jamais le développement n'a été réellement remis en question par le manque d'eau. A peine a-t-il retardé l'essor touristique des archipels des Maldives et des Seychelles, et la colonisation définitive des Galápagos a bien eu lieu. Les progrès techniques en matière de prospection, de génie hydraulique et de production de ressources en eau non conventionnelles réalisés ces trente dernières années permettent de repousser les limites naturelles et de satisfaire les besoins en eau. Le dessalement offre des possibilités technologiques multiples et permet d'ajuster la production aux besoins, en palliant les déficits hydrologiques conjoncturels liés aux sécheresses, voire d'anticiper les augmentations des besoins et/ou les variations climatiques à plus long terme. De plus, la consommation énergétique des unités de dessalement, longtemps considérée comme un

handicap important pour les îles, devrait être optimisée à court terme, rendant ainsi la technologie de plus en plus attractive.

3.1.3. Quelle place de l'eau dans les préoccupations contemporaines d'un développement insulaire durable ?

T. Anthopoulou (1997) fixe d'emblée le ton général du débat, en arguant que l'insularité doit être considérée comme une contrainte majeure à tout effort de développement. Si la question de l'eau y est centrale, elle ne saurait être le seul paramètre en cause. Il convient de recontextualiser les processus de développement contemporain dans l'histoire des soixante dernières années. L'entrée des îles dans la modernité s'est globalement opérée dans les années 1950-1960, avec la mutation générale de leurs économies fondées sur les activités traditionnelles de pêche et d'agriculture vers le tourisme. L'intégration des sociétés insulaires aux modèles de consommation de masse a été plus ou moins tardive. La pérennité de populations insulaires viables, particulièrement sur les plus petites îles, et enclines à des standards de vie élevés, a nécessité des efforts infrastructurels importants engendrant des investissements majorés dus à la rupture de charge géographique. A cet égard, les îles européennes ont bénéficié de politiques financières particulières pour pallier leurs handicaps structurels, avec les fonds FEDER notamment (EURISLES, 2002). Elles ont su et continuent de fédérer leurs efforts et faire valoir leurs spécificités auprès de l'Union Européenne et sa Commission des Îles de la Conférence des Régions Périphériques Maritimes. Il est d'ailleurs permis de se demander si ces investissements en équipements sur certaines de ces îles sont justifiés compte tenu des faibles populations concernées (Chiron, 2003).

L'exemple des îles des Blasket en Irlande justifie cette interrogation : elles symbolisent, en effet, les difficultés du maintien de communautés insulaires très restreintes sur des territoires isolés et déficitaires en équipements : le gouvernement irlandais a jugé préférable de les évacuer en 1953. A ce sujet, l'écrivain Peig Sayers, originaire des Blasket, a rappelé que le manque d'infrastructures élémentaires avait condamné l'avenir des îliens : « Peig Sayers, the famous Blasket Island writer, told from her hospital bed, that if the minimum had been provided on her island home – water, electricity, a pier, a ferry – the community would have remained on the island »²⁹ (O'Peicin, 1989). Sur les autres îles irlandaises, les priorités des coopératives communautaires de développement se sont depuis focalisées sur ces questions fondamentales d'aménagement : « Commonly among the islands the most immediate activities embarked upon by the CDC.s (community development cooperatives) were electrification, group water schemes and the provision or improvement of ferry services »³⁰ (O'Brien, 1979, *in* Cross, 1996). Les îles irlandaises méritent une dernière digression tant elles illustrent les préoccupations contemporaines des petites îles européennes et tant leur dynamique de développement est remarquable. La République d'Irlande compte trente-trois îles habitées, parmi lesquelles Inis Mor est la plus peuplée (800 habitants). Elles sont réunies au sein de la Fédération des Îles Irlandaises qui porte leurs projets auprès des instances nationales et européennes. Cette fédération a un

²⁹ Depuis son lit d'hôpital, Peig Sayers, la célèbre écrivaine des Îles Blasket, assure que si le minimum de services avait été accordé à son île native – eau, électricité, un port et un ferry – la communauté serait restée sur l'île.

³⁰ Sur les îles, les activités prioritaires prises en charge par les coopératives communautaires de développement étaient l'électrification, les projets de desserte en eau et la mise en place ou l'amélioration des services de ferry.

interlocuteur privilégié auprès de la section spécifique aux îles du Ministère en charge des coopératives et des affaires rurales et gaéliques (*Department of Community, Rural and Gaeltacht Affairs*). Par son soutien financier, ce dernier fixe les priorités vers les projets listés ci-après :

- réseau routier et aménagements portuaires (service de ferries primordial),
- érosion côtière,
- réseaux d'eau potable,
- gestion et recyclage des déchets,
- lutte anti-incendie (toutes les maisons des îles ont été équipées de détecteurs de fumée),
- études de faisabilité,
- équipements de loisirs (terrains de sport...),
- électricité (dans le passé).

Des capitaux sont également investis dans le plan de promotion touristique des îles irlandaises. Les programmes futurs soutiendront :

- les services de cargos,
- la mise en place de lignes aériennes fixes,
- le développement des nouvelles technologies de communication,
- les services de santé,
- les énergies renouvelables (autosuffisance).

Ces informations ont été exposées au cours du séminaire de l'*European Small Islands Network*³¹ (ESIN) consacré aux services publics d'alimentation en eau potable et à la gestion des déchets, qui s'est tenu du 25 au 28 avril sur l'île irlandaise d'Inis Mor. Financé par le programme européen INTERREG IIIC, ce réseau a pour vocation de créer des échanges d'expériences et des partenariats entre les différentes îles impliquées - finlandaises, suédoises, danoises, écossaises, irlandaises et françaises - sur des problèmes communs. Ainsi, plusieurs séminaires ont été organisés autour des problématiques majeures auxquelles elles doivent répondre :

- le développement insulaire : agriculture, pêche et exploitation des ressources marines, éducation et formation professionnelle, énergie, nouvelles technologies,
- les services et équipements publics : gestion du foncier et de l'immobilier, infrastructures portuaires, eau, déchets, etc.,
- l'identité insulaire : culture et communauté.

La réflexion générale doit concourir à trouver des solutions ou tout au moins émettre les lignes directrices de politiques d'aménagement permettant le maintien de populations insulaires permanentes. Si l'eau figure parmi les défis primordiaux évoqués, elle n'est pas le facteur *sine qua non* de développement durable pour les petites îles européennes, mais un facteur indispensable au même titre que bien d'autres.

³¹ Réseau des petites îles européennes.

Il semble qu'il faille se résoudre à admettre que le problème de l'eau sur les îles a trouvé des solutions technico-économiques efficaces, si bien que les priorités d'aménagement se focalisent aujourd'hui sur les problématiques liées à la gestion foncière et immobilière, au transport, ou encore à la prise en charge des personnes âgées ou au maintien des établissements d'enseignement. L'eau demeure malgré tout un enjeu fort car inéluctablement au cœur des possibilités de développement. A ce titre, le contexte géographique des petites îles côtières françaises est susceptible de fournir des cas très intéressants. Leurs ressources en eau sont soumises à de fortes pressions touristiques saisonnières dont la littérature fait état depuis les années 1970. Les surpopulations saisonnières, qui peuvent décupler la population îlienne permanente, redéfinissent les besoins et remettent en cause les pratiques et usages traditionnels de l'eau, avec l'importation de nouveaux modes de consommation : ainsi « la question des ressources en eau deviendra de plus en plus cruciale si de nouveaux comportements et standards de consommation ne sont pas imaginés à court terme » (Bioret *et al.*, 1991). Est-ce à penser que l'eau puisse constituer « une limite à l'extension du tourisme sur les plus petites îles qui, n'ayant ni marges ni réserves, supportent mal le gaspillage de la modernité » (Péron, 1993) ? Ce questionnement se place définitivement au cœur de la problématique de la thèse de géographie développée par la suite.

3.2. Quel projet de recherche sur la gestion des ressources en eau des îles du Ponant ?

3.2.1. Pourquoi les îles du Ponant ?

Il n'est pas fortuit de clore l'analyse de la synthèse bibliographique avec les cas insulaires irlandais. Dans sa thèse d'état, L. Brigand (2000) rappelle justement l'intérêt des critères de comparaison entre les îles irlandaises et françaises. Parmi les nombreuses îles sur lesquelles ce géographe a travaillé, ce sont ces premières qui s'apparentent le plus au contexte des secondes. Elles présentent des surfaces et des populations très proches ; de plus, « l'essor d'un tourisme de nature rappelle par bien des côtés la situation bretonne » (*ibid.*). Le développement économique remarquable des îles irlandaises introduit des changements très perceptibles dans les modes de vie et les enjeux contemporains auxquels elles doivent désormais répondre ; ce sont ces mêmes enjeux qui prévalaient sur les îles du Ponant il y a une quarantaine d'années. Sur ces dernières, les besoins vitaux en équipements et en services publics sont en effet satisfaits depuis la fin des années 1980 (*ibid.*). Les îles du Ponant constituent de la sorte un terrain de recherche d'autant plus pertinent qu'il offre la possibilité de suivre l'évolution socio-économique de plusieurs espaces insulaires au cours des cinquante dernières années, permettant ainsi une analyse rétrospective des changements opérés et de leurs conséquences tant environnementales que sociales. Depuis les années 1970, avec les « conduites sous-marines, pompes, barrages, impluvium, dessalement de l'eau de mer, les îles représentent la plupart des techniques de desserte en eau potable » (Singelin, 1977) : aussi constituent-elles un échantillon d'expériences hydrauliques dont l'histoire comparative devra révéler la justification des politiques d'équipements et l'évaluation diachronique de la durabilité de la gestion.

En avril 1971, les élus locaux insulaires ont constitué une association Loi 1901 : l'Association pour la Promotion et la Protection des Îles du Ponant (A.P.P.I.P.), aujourd'hui Association des Îles du Ponant (A.I.P.). Il s'agissait de créer une structure capable de représenter l'ensemble de ces îles auprès des lieux de pouvoir et de décisions

continentaux, centralisés à Paris, afin de porter et soutenir leurs projets. La priorité a été donnée aux liaisons maritimes et aux travaux portuaires. L'eau potable a également constitué une question majeure « lorsqu'il s'est agi de satisfaire les besoins des îliens et ceux d'une capacité touristique raisonnable. Si cette dernière croît considérablement (...) il apparaît difficile de satisfaire les besoins dans les normes économiques » (Singelin, 1978a). Dans les années 1990, un contrat pluriannuel d'assainissement spécifique aux Îles du Ponant, passé entre l'Association des Îles du Ponant et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour la période 1995-1997, a permis de développer les équipements de collecte et de traitement des eaux usées sur la plupart des îles (Chiron, 2003). Ces dernières années, les préoccupations des élus insulaires se sont principalement focalisées sur la maîtrise du foncier (Brigand, 2000 ; Buhot, 2006). La présence d'établissements d'enseignement primaire et secondaire ainsi que la formation professionnelle ou encore le travail des femmes sont également des actions clés pour le maintien de populations insulaires permanentes. Le tableau suivant recense de manière non exhaustive, mais, quoi qu'il en soit, significative, les opérations d'équipements menées sur les îles du Ponant depuis la création de l'association (tab.2.3).

Tableau 2.3 : Principales actions de l'Association des Îles du Ponant depuis sa création en 1971.

<i>Domaine d'actions</i>	<i>Nombre d'opérations</i>		<i>Principales actions</i>	<i>Principales îles concernées</i>
Accès aux îles	149	18 %	Infrastructures portuaires, transports passagers, ports de plaisance, aérodrômes	Toutes
Tourisme	145	17 %	Gîtes, hôtels, chambres d'hôtes, classe de mer, promotion hors-saison, éco-musées, tourisme scientifique, groupements hôteliers	Toutes
Eau, environnement	124	15 %	Assainissement, réseaux et traitement des eaux, ordures ménagères, station d'épuration	Toutes
Services publics	114	13 %	Salles polyvalentes, de sports, centres culturels, scolarisation	Toutes
Patrimoine bâti et naturel	108	13 %	Restauration du bâti, aménagement de bourg, protection contre la mer, protection du littoral, réhabilitation de milieux	Toutes
Aquaculture	52	6 %	Culture d'algues, filières à moules, éclosiers	Yeu, Sein, Houat, Hoëdic, Groix, Belle-Île, Molène
Artisanat	45	5 %	Ateliers, installations d'entreprises, groupements	Toutes
Logement	49	6 %	Logements sociaux, lotissements, acquisitions foncières	Toutes
Agriculture	38	4 %	Relance agricole, maraîchage, transformation de produits	Batz, Ouessant, Belle-Île, Groix
Pêche	27	3 %	Équipement, bateaux, transformation des produits	Batz, Houat, Groix, Molène, Belle-Île
Total	851	100 %		

D'après Brigand, 2000 ; données mis à jour jusqu'à l'année 2005 incluse, selon les documents de l'Association des Îles du Ponant.

Il apparaît clairement que les efforts ont été orientés principalement vers les équipements d'accessibilité des îles, portuaire, voire aérienne, et le soutien au tourisme. Le secteur de l'eau et de l'environnement n'est pas laissé pour compte : il regroupe les

opérations liées tant à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement qu'aux ordures ménagères. Ces données corroborent le propos général sur les petites îles européennes. Il faut donc admettre *a priori* que la question de l'eau potable a été réglée structurellement de manière efficace. La pénurie d'eau qu'a connue Belle-Île au cours du second semestre 2005 témoigne pourtant de la permanence de la vulnérabilité hydraulique des îles. Si la gestion de cette crise a trouvé une solution palliative avec le transport d'eau par cargo, en attendant des actions curatives (dessalement, recherche d'eau souterraines, canalisation sous-marine), elle ne soulève pas moins le problème de la durabilité des ressources endogènes de l'île soumises à une forte pression anthropique. Elle justifie la pertinence d'une réflexion globale sur les modalités de gestion des ressources en eau sur les îles du Ponant.

3.2.2. Situation hydraulique des îles du Ponant : une typologie déterminante

Une des conclusions principales du chapitre 1, fixant les orientations conceptuelles et méthodologiques de la recherche entreprise, souligne la nécessité de définir précisément territoire de l'offre et territoire de la demande, lesquels doivent, idéalement, se superposer. Ces conditions territoriales sous-entendent d'ailleurs une sorte d'insularité hydraulique, fondée sur une déconnection à tout autre hydrosystème voisin. Le contexte géographique de l'île se prête particulièrement bien à ce pré-requis, puisque les limites physiques du territoire sont clairement définies. Cependant, il faut ajouter un certain nombre de conditions pour satisfaire aux préceptes évoqués. En l'occurrence, si territoires de l'offre et de la demande doivent se superposer, la ressource hydrique satisfaisant les besoins doit être endogène à l'île. A l'inverse, comment considérer le cas d'une île exportant son eau vers d'autres territoires, comme c'est le cas de Rhodes ou de Malte ? L'espace de demande ne coïncide alors plus avec celui de l'offre... Il convient donc d'étudier préalablement les situations hydrauliques des îles du Ponant afin de justifier de leur éligibilité à l'analyse envisagée.

Les îles sont originellement déconnectées des réseaux continentaux (énergie, eau, communication), et ont historiquement assuré leur autosuffisance jusque dans les années 1960, voire 1970. Concernant l'eau potable, les premiers projets d'adduction publique émergent dans l'après guerre. Dans les années 1970, la pose de canalisations sous-marines va régler la question de pénuries chroniques pour un certain nombre d'entre elles, proches de la côte. Ainsi les cinq petites îles de Bréhat, Batz, l'île-aux-Moines, Arz et Aix sont désormais hydrauliquement dépendantes du continent. Pourtant plus grande (23,3 km²) et éloignée du continent (18,5 km), l'île d'Yeu est, elle aussi, raccordée au continent par une canalisation (fig.I.1). Il est admis que ces îles ne sont plus en situation d'insularité hydraulique, condition *sine qua non* d'une gestion durable possible de leurs ressources en eau : cette durabilité n'est dorénavant plus envisageable. Au contraire de ces six îles, les autres ont conservé leur insularité hydraulique en développant des équipements spécifiques à leurs potentialités naturelles : ressources superficielles, voire souterraines, pour les plus grandes (Belle-Île, Ouessant et Groix), ressources souterraines pour les îles de taille intermédiaire (Houat et Hoëdic). La ressource aquifère est également exploitée sur l'île de Molène, où elle est complémentaire de la récupération des eaux de pluie dans des citernes ; la situation hydrique des trois autres îles est plus délicate. La seule récupération des eaux de pluie ne saurait suffire aux besoins des îliens, aussi des solutions alternatives ont dû être mises en œuvre : l'île de Sein a ainsi recours au dessalement de l'eau de mer, alors que les îles de Saint-Nicolas des Glénan et de Grande-Île, respectivement dans les archipels de Glénan et de Chausey, assurent une partie de

l'approvisionnement grâce à l'importation d'eau par bateau depuis le continent. En outre, ces deux îles se distinguent des sept autres par leur statut administratif : elles ne sont que des quartiers de communes continentales, respectivement Fouesnant et Granville. C'est ce second groupe d'îles hydrologiquement autonomes qui concentrera les efforts de la recherche présentée.

3.2.3. Formulation de la problématique spécifique

La thèse développera des méthodes permettant de situer les îles du Ponant étudiées dans le schéma thématique général de gestion des ressources en eau proposé en conclusion du chapitre 1 (tab.1.1). Elle mettra clairement et concrètement en évidence les défis à venir pour maintenir une gestion durable de leurs ressources hydriques, s'il n'est déjà trop tard. Pour ce faire, il convient de connaître précisément le potentiel hydrologique des îles du Ponant, la nature et l'intensité des pressions anthropiques et des risques qui pèsent sur ces ressources, ainsi que les modalités de gestion passées et actuelles à l'œuvre. L'objectif final est de caractériser précisément les limites naturelles hydrologiques des îles à leur développement durable, lequel est justement conditionné par une gestion soutenable à long terme des ressources en eau. Il répondra ainsi à la première hypothèse de travail, émise par F. Bioret *et al.* (1991) et réitérée par F. Péron (1993) et L. Brigand (1999), selon laquelle l'eau pourrait constituer une limite physique naturelle au développement touristique des îles.

Le facteur climatique joue *a priori* un rôle déterminant dans la problématique globale : s'il influence directement la recharge des réserves hydrologiques, il doit indubitablement être pris en compte dans les politiques de gestion, dont la prérogative est d'assurer l'approvisionnement en eau potable des populations, et ce malgré l'occurrence potentielle de sécheresses. En outre, les conditions climatiques rythment la demande en eau, qu'elle soit agricole ou touristique, induisant très souvent un déphasage saisonnier entre ressource mobilisable et besoins anthropiques. En effet, c'est en période sèche que les besoins pour l'irrigation sont généralement les plus forts ; les atouts touristiques insulaires résident dans la prédominance de conditions de beau temps, faisant ainsi coïncider pics de fréquentation et période sèche. Les sécheresses constituent des événements climatiques majeurs, perturbant la pérennité des cycles de l'eau agricoles et/ou domestiques, et induisant de la sorte l'émergence de crises. Ce fut le cas à Majorque, suite aux sécheresses des années 1990 ; c'est la situation chronique de pénurie aux Maldives par exemple. Aussi le risque de pénurie d'eau lié au climat constituera-t-il le point névralgique de la recherche : il s'agira de confirmer ou d'infirmer, dans le contexte des îles bretonnes retenues pour leur condition d'insularité hydraulique, le rôle déterminant, voire structurant, des principaux épisodes de sécheresse dans les politiques de gestion. Ce point constitue la seconde hypothèse de recherche : le rôle des sécheresses et crises hydrologiques dans les modalités de gestion des ressources insulaires en eau.

Aussi le travail de recherche tendra-t-il *in fine* non seulement à la qualification du risque de rupture de l'alimentation en eau potable, faute de ressources hydriques suffisantes, mais aussi et surtout à la quantification de ce risque : les résultats attendus constitueront autant d'indicateurs tangibles de la contrainte climatique, laquelle détermine la disponibilité des ressources en eau, et la capacité de charge des îles, élément clé de leur gestion touristique. La méthodologie doit être resserrée autour de paramètres et indicateurs préalablement définis : elle s'appuiera essentiellement sur une base documentaire multiple, des entretiens et la collecte de données, tant sur le terrain qu'auprès des différentes instances concernées. Il s'agira également d'apporter une vision

prospective de la question en développant une analyse fondée sur des scénarios tendanciels, afin de présager des enjeux, à court et surtout moyen termes, de la gestion des ressources hydriques sur les îles en situation d'autonomie hydraulique.

Conclusion de la première partie

La synthèse bibliographique des multiples expériences insulaires en matière de gestion des ressources en eau sur les îles tant européennes qu'extra-européennes a révélé la permanence de certaines difficultés, difficultés dont le fondement est la satisfaction d'une demande parfois très forte par rapport à une offre souvent restreinte. Le schéma de gestion pour les îles soumises à de fortes pressions anthropiques est classiquement articulé suivant les étapes suivantes :

- gestion par l'offre, jusqu'à l'exploitation intensive des ressources endogènes mobilisées pour pallier le déficit structurel,
- premières crises hydrologiques, généralement dues à des sécheresses,
- dégradation des ressources hydriques à cause de leur surexploitation, transition vers le déficit provoqué chronique,
- recours à des ressources non conventionnelles : ravitaillement par bateau, dessalement,
- rupture de durabilité de la gestion : réflexions sur les politiques possibles de gestion plus rationnelle.

Cependant, « [...] il y a quelques difficultés à comparer une île comme la Crète à Ouessant ! » (Brigand, 2000). Il s'agit donc de préciser la réalité de la problématique de la ressource en eau dans le contexte particulier des îles du Ponant, laquelle n'a jamais fait l'objet d'une recherche aboutie, sinon de rares présomptions dans la littérature historique et géographique. Sous certaines conditions d'insularité hydraulique, les îles constituent des terrains pertinents de recherche sur la gestion de l'eau puisqu'ils répondent à une prérogative méthodologique majeure : faire coïncider territoires de l'offre et de la demande. De plus, l'enjeu d'une gestion rationnelle des ressources en eau y est d'autant plus important qu'il semble que le consensus, évoqué dans le cas des îles grecques et de Lifou notamment, est en faveur de l'autonomie hydraulique des îles. Fondamentalement, la recherche de ce consensus d'indépendance hydrique est peut-être le garant principal du développement durable d'un territoire insulaire.

Nombre de chercheurs mettent également en avant le rôle de laboratoire des îles, sur lesquelles les perturbations et déséquilibres naturels risquent d'avoir des conséquences irréversibles, tant le caractère fini des ressources y est prégnant et intrinsèque (Monnat et Singelin, 1990). En ce qui concerne la problématique du développement durable, les îles constituent, en effet, des territoires spécifiques : dans le cas des îles grecques, les îles marginalisées peuvent générer des projets novateurs dans le domaine de l'environnement, du tourisme, des énergies renouvelables, etc. « Elles pourraient donc prendre la forme de laboratoires d'initiatives répondant à un ensemble de besoins contemporains, y compris ceux des îles environnantes » (Spilanis et Sourbes, 1999). Ces deux auteurs affirment même que le choix de la durabilité comme stratégie de développement pour le XXI^e siècle permettrait de valoriser les handicaps liés à leurs spécificités et de les transformer en avantages. Pourtant, l'exemple de Rodrigues rappelle *a priori* les incompatibilités de certaines orientations économiques, exclusivement liées au tourisme, avec les réalités insulaires, tant naturelles que sociétales. L'émergence de conflits d'usages, entre usages domestiques et agricoles, ou entre populations autochtones et touristiques, peut à terme dérégler les structures sociales de l'île. Ces situations de

tensions dérogent aux prérogatives de durabilité du développement qui prônent justement l'équité sociale. L'existence de conflits constitue ainsi un indicateur important d'évaluation de la gestion rationnelle et intégrée des ressources en eau. A ce titre, les apports d'une recherche de géographie historique sont essentiels pour étudier, sur le long terme, les différents facteurs d'évolution des îles (Becet et Mainet, 1990). Il s'agit surtout de refondre dans le contexte historique les usages de l'eau, afin de répondre partiellement à la question que pose L. Brigand (2000), à savoir « si l'insularité prédispose ou non à certains types d'usages et de mises en valeur ».

Il ne s'agit pas seulement des usages de l'eau en tant que tels, mais aussi de la perception institutionnelle des territoires insulaires et de la considération de leurs spécificités. J.-B. Narcy (2000) affirme que « les acteurs de la gestion du territoire ont imposé – et imposent encore – aux acteurs de l'eau qu'ils adaptent les flux d'eau aux exigences du territoire, plutôt que d'adapter les actions territoriales aux structures et logiques de la gestion de l'eau ». Cette réalité se vérifie-t-elle sur les îles bretonnes ?

DEUXIEME PARTIE :
Le potentiel hydrologique des îles de Bretagne

Hydroclimatologie fonctionnelle des îles bretonnes

Les ressources hydriques endogènes des îles armoricaines

Chapitre 3 :

Hydroclimatologie fonctionnelle des îles bretonnes

Introduction

Les îles du Ponant appartiennent au domaine climatique tempéré océanique, qualifié aussi de climat breton (Viers et Vigneau, 1990). L'objectif de ce chapitre est de définir plus précisément les caractéristiques hydroclimatiques des îles armoricaines – et principalement celles en situation d'autonomie hydraulique – afin de dégager une typologie fonctionnelle de leur climat. La méthodologie retenue repose sur la notion de bilan hydrologique auquel est associé un modèle hydroclimatique simple (Mounier, 1965a ; Mounier, 1965b ; Dubreuil, 1994 ; Laborde, 2000). Le calcul du bilan hydrologique à partir des valeurs mensuelles permet, en effet, une bonne description du déroulement de l'année hydrologique par une approche globale des volumes d'écoulements, d'évaporation et de l'état des réserves, connaissances essentielles dans une optique de recherche fondamentale ou de gestion des ressources en eau (Cosandey, 2003). Deux types de résultats préalables sont attendus :

- une caractérisation qualitative : elle définira l'année moyenne en termes de saisons, afin d'identifier les périodes de recharge des réserves hydrologiques et les périodes sèches ou de déstockage. Il sera intéressant de confirmer ou d'infirmer les singularités climatiques insulaires en considérant la répartition fréquentielle de chaque type de mois préalablement défini ;
- une analyse quantitative : les termes du bilan hydrologique peuvent être estimés selon des moyennes annuelles et mensuelles. L'intérêt est de quantifier la part des pluies efficaces engendrant le ruissellement et l'infiltration, laquelle assure la recharge des réserves hydrologiques.

Si ce canevas général donne une tendance moyenne, il ne saurait satisfaire des objectifs de gestion rationnelle des ressources en eau insulaires : la variabilité interannuelle du climat doit être intégrée (Mounier, 1980). En outre, gérer le risque de pénurie d'eau requiert une définition de l'aléa d'une part, de la vulnérabilité des îles d'autre part. Le propos développé dans ce chapitre s'attarde donc sur la variabilité du climat insulaire et la notion de sécheresse pour les îles. L'intérêt de la connaissance approfondie et de l'étude géographique des sécheresses réside dans les impacts et les conséquences qu'elles peuvent effectivement avoir sur les activités humaines : « A terme, la préoccupation majeure est de pallier leurs effets néfastes, notamment sur l'alimentation en eau des cultures et des hommes, en prévoyant des réserves suffisantes ou en rationalisant la gestion et la distribution de l'eau » (Dubreuil, 1994). L'analyse est d'autant plus justifiée qu'il semble que les dernières décennies ont été marquées par une variabilité remarquable à l'échelle régionale (Mounier, 1980 ; Dubreuil, 1994), voire de l'Europe de l'Ouest au cours des hivers récents de 1989, 1990, 1992 et 1995 (Green *et al.*, 1996). Les résultats attendus permettront ainsi de mieux connaître les événements de sécheresse, lesquels constitueront autant de point de repères historiques pour comprendre l'évolution de la gestion des ressources en eau sur les îles armoricaines.

1. Concepts climatiques et approche méthodologique

1.1. Le bilan hydrique : définition et concepts

1.1.1. La notion de bilan de l'eau

Si « la méthode des bilans peut s'avérer un outil d'information très riche, souvent négligé peut-être, parce que considéré comme trop simple, voire simpliste » (Cosandey et Robinson, 2000), le bilan de l'eau, ou bilan hydrique, propose une démarche analytique globale en intégrant les paramètres de température et d'ensoleillement. Il permet de modéliser le fonctionnement hydrologique des bassins versants grâce à l'équation simple selon laquelle les entrées, en l'occurrence les précipitations incidentes (P), sont égales aux sorties :

- l'évapotranspiration réelle (ETR),
- le ruissellement (R),
- les infiltrations (I).

Viennent s'ajouter à ces sorties du système les variations de la réserve en eau du sol en fonction du temps (ΔRU). Le bilan de l'eau, qui s'exprime généralement en mm et dont l'expression est la plus souvent mensuelle en climatologie, s'écrit donc selon l'équation fondamentale suivante :

$$P = ETR + R + I + \Delta RU \quad (1).$$

Les hydrologues adoptent l'année hydrologique comme unité temporelle cohérente de calcul : elle est constituée de douze mois consécutifs et commence généralement par le mois ayant les plus faibles réserves. En domaine tempéré, elle court généralement d'octobre à septembre (Rambert, 1996). Sur le plan géographique, l'intérêt premier du bilan hydrique est de pouvoir être utilisé pour préciser l'originalité de régions climatiques, ou même pour la définition du milieu, étant donné que les apports en eau contrôlent directement le développement de la végétation (Tabeaud, 1980). En outre, « [...] les résultats obtenus peuvent « servir de guide » à l'élaboration d'un programme pour l'aménagement des eaux à l'échelle régionale et, à ce titre, le géographe doit en prendre connaissance ». (Mounier, 1965a). Il ne faut cependant pas oublier les problèmes et limites posés par une telle méthode : les résultats des calculs des termes du bilan ne sont pas complètement indépendants du pas de temps choisi. En agrégeant des incertitudes de calcul et de mesure sur les termes du bilan d'autant plus importantes que l'échelle temporelle est grande, l'analyse mensuelle reste assez grossière et ne peut se justifier que dans le cadre d'une approche globale (Cosandey et Robinson, 2000).

1.1.2. Définition des termes du bilan de l'eau

a). Réserve utile du sol

En première approximation, la tranche supérieure du sol, d'une épaisseur de l'ordre du mètre, constitue un réservoir ou réserve utile (RU) dont la capacité maximale est la réserve facilement utilisable (RFU) (de Marsily, 1996). « La réserve en eau du sol représente la quantité d'eau qui, retenue par capillarité contre les forces de pesanteur, peut être recédée à l'atmosphère par évaporation ou transpiration végétale » (Hallaire, 1968).

Les variations spatiales des réserves en eau du sol sont importantes : elles peuvent osciller de moins de 100 millimètres à plus de 300 en région aride (Hallaire, 1953 ; de Marsily, 1996). C'est la raison pour laquelle beaucoup d'auteurs préfèrent utiliser plusieurs réserves « types » et voir comment évolue le bilan hydrique en fonction de celles-ci. Généralement, les seuils de 100, 150 ou 200 millimètres sont utilisés (Choisnel *et al.*, 1990 ; Behrault, 1989 ; *in* Dubreuil, 1994). La réserve de 125 millimètres est communément utilisée pour l'ensemble de la Bretagne (Pihan, 1976 ; Mounier, 1977 ; Cosandey, 1983) : cette valeur a d'ailleurs servi de base pour la réalisation des bilans de l'eau pour la France de l'Ouest (Mounier, 1980). Cependant, la réserve utile du sol est estimée à 100 mm pour l'île de Batz (Chauris *et al.*, 1998), valeur qui peut être d'ailleurs communément admise en milieu tempéré (de Marsily, 1996) ; sur la coupure de Brest de la carte climatique détaillée de la France, les bilans de l'eau des stations de Brest-Guipavas et Penmarc'h sont calculés à partir de cette valeur. Compte tenu du contexte géologique du socle armoricain et de la pédologie régionale, cette hypothèse basse peut être retenue pour les îles du Ponant.

b). Evapotranspiration réelle et potentielle

Dans ce réservoir constitué par la réserve utile, l'évapotranspiration peut atteindre sans restriction et potentiellement l'évapotranspiration potentielle, définie ci-après. Quand il est plein, l'excédent des précipitations du mois alimente par infiltration la nappe. Quand, inversement, il est vide, seules les précipitations du mois peuvent alimenter en eau les plantes (de Marsily, 1996). Le point de flétrissement des végétaux, variable d'une espèce à l'autre, est atteint lorsque la teneur en eau du sol est en dessous d'un seuil de succion.

L'évapotranspiration a été définie par C.-W. Thornthwaite en 1948 : « L'évapotranspiration d'un couvert végétal dense, en état de vie active et dont les besoins sont aisément satisfaits » (Thornthwaite, 1948). L'évapotranspiration résulte en fait de deux phénomènes :

- l'évaporation de l'eau au niveau du sol et des surfaces libres du bassin versant, qui est un phénomène physique,
- la transpiration du couvert végétal, qui est un phénomène physiologique.

La transpiration réduit peu à peu la teneur en eau du sol. En l'absence de précipitations suffisantes, l'eau peut venir à manquer pour assurer les besoins potentiels de la végétation. Ainsi, l'évapotranspiration potentielle représente le pouvoir évaporant de l'atmosphère, observée pour un sol avec couvert végétal et où l'eau serait disponible en abondance. L'évapotranspiration potentielle est donc la quantité d'eau qui serait évaporée ou transpirée à partir d'un bassin versant si l'eau disponible pour l'évapotranspiration n'était pas un facteur limitant. Elle est notée ETP et s'exprime en mm. L'évapotranspiration réelle (ETR) correspond à la quantité d'eau réellement évaporée ou transpirée par le sol, les végétaux et les surfaces libres d'un bassin versant.

L'évapotranspiration est avant tout un concept climatique : elle représente le pouvoir évaporant du climat d'une région. Si « les deux phénomènes [ETR et ETP] sont difficiles à distinguer par des mesures » (Lecarpentier, 1975), elles peuvent être effectuées directement sur une case lysimétrique pour ETR : de telles mesures se font surtout en agronomie pour l'étude typologique des cultures. Plusieurs formules permettent d'évaluer l'évapotranspiration potentielle à partir de mesures climatologiques.

La plus complète, mais aussi la plus complexe en raison du nombre de paramètres qu'elle requiert, est la formule de Penman, fondée sur la notion de bilan énergétique. Deux autres formules sont généralement utilisées : les formules de Turc et de Thornthwaite qui sont déjà plus anciennes. Celles de Bouchet, Blaney et Criddle, Papadakis sont, dans l'ensemble, peu usitées par les hydrologues français (Laborde, 2000).

1.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle

1.2.1. Choix de la méthode de calcul

La formule de Thornthwaite sera utilisée à la fin des années 1970 pour la réalisation des cartes climatiques de la France, malgré une tendance à sous-estimer l'évapotranspiration potentielle par rapport aux autres formules (Mounier, 1965b ; Péguy *et al.*, 1981). Il est cependant possible de reprocher à cette méthode de ne pas tenir compte d'autres éléments climatiques importants : le vent, qui accroît le pouvoir évaporant de l'atmosphère, ou encore le rayonnement solaire qui définit mieux l'énergie nécessaire à l'évaporation. « Toutefois, la détermination des besoins en eau selon Thornthwaite peut fournir des ordres de grandeur valables et a le mérite d'utiliser des données climatiques simples dont les mesures sont les plus répandues » (Mounier, 1965a). En outre, le modèle de Thornthwaite continue de justifier de résultats satisfaisants sous nos climats (Laborde, 2000).

Si la formule de Turc est une « formule géographique par excellence », bien adaptée aux conditions des climats tempérés, celle de Penman (1948), bien que plus longue et plus complexe, s'avère « la plus rigoureuse et la plus sûre » (Lecarpentier, 1975 ; Cosandey et Robinson, 2000). Elle est l'une des formules empiriques à base physique le plus souvent proposées, et notamment retenue par Météo France pour le calcul d'ETP décadaire et mensuelle (Cosandey, 2003). Nécessitant un grand nombre de données, son utilisation peut être compromise par l'insuffisance des équipements des stations météorologiques : mesure des durées d'ensoleillement réelles, de la tension de vapeur saturante (ou humidité relative), vitesse du vent. La formule requiert d'ailleurs la connaissance de la vitesse du vent à 2 mètres d'altitude, alors que le protocole de mesure impose la mesure à 10 mètres au-dessus du sol, afin de garantir un écoulement laminaire de l'air déplacé. « La méthode de calcul de l'ETP selon Penman trouve [donc] rapidement ses limites dans l'Ouest puisque, dans l'absolu, seulement une station par département (rarement plus) mesure l'ensemble des paramètres nécessaires à son calcul. » (Dubreuil, 1994). Quoi qu'il en soit, les paramètres principaux demeurent les hauteurs de précipitations et les températures, disponibles pour la plupart des stations. De plus, les données d'ensoleillement sont relativement homogènes régionalement, ce qui permet de prêter à une station les données disponibles pour une station voisine mesurant effectivement ce paramètre.

1.2.2. La formule de Penman

H.-L. Penman propose d'évaluer l'évapotranspiration potentielle à partir d'un bilan énergétique simple (Laborde, 2000) :

$$R_n = A + S + E^*L,$$

où :

- Rn représente la radiation nette reçue au sol,
- A le flux de chaleur au bénéfice de l'atmosphère,
- S le flux de chaleur résultant des échanges thermiques avec le sol,
- E le flux évaporé,
- L la chaleur latente.

La formule développée prend la forme suivante :

$$ETP = \frac{1}{L} \frac{Rn \frac{F'_{\Theta}}{\gamma}}{1 + \frac{F'_{\Theta}}{\gamma}} + E_a \frac{1}{1 + \frac{F'_{\Theta}}{\gamma}},$$

avec :

- ETP, évapotranspiration potentielle (en mm/unité de temps)
- L, chaleur latente d'évaporation de l'eau : 59 cal/cm² pour 1 mm d'eau équivalente
- Rn, rayonnement net évalué à partir de la formule :

$$Rn = I_{ga} (1 - a) (0,18 + 0,62 \frac{h}{H}) - \sigma \Theta^4 (0,56 - 0,08 \sqrt{e}) (0,10 + 0,9 \frac{h}{H})$$

- F'_Θ, pente de la courbe de vapeur saturante pour la température de l'air Θ, en millibars par degré Kelvin :

$$F'_{\Theta} = \frac{6,149}{\Theta} e^{19,511 \frac{\Theta(^{\circ}C)}{\Theta(^{\circ}K)}} * (\frac{6463}{\Theta(^{\circ}K)} - 3,927)$$

- γ, constante psychrométrique en fonction de l'altitude z :

$$\gamma = 0,6605 - 0,826 * 10^{-4} z \cong 0,66$$

- E_a, pouvoir évaporant de l'air : E_a = 0,26 * (e_w - e)(1 + 0,54 V)

Dans l'expression du rayonnement net Rn, interviennent les paramètres suivants :

- I_{ga}, radiation solaire directe en l'absence d'atmosphère (cal/cm²/j) :

$$I_{ga} = 914,54 [\sin(L) \sin(D) \arccos(-\tan(L) \tan(D)) + \sqrt{\cos^2(L) - \sin^2(L)}] (1 + 0,033 \cos(0,0172 J))$$

Les constantes physiques dépendent de la latitude L et de la déclinaison D du soleil (en radians) en fonction de la date J (de 1 pour le 1^{er} janvier à 365 pour le 31 décembre) :

$$\begin{aligned} D &= 6,6241.10^{-3} + 0,406149 \sin(0,0172029(J - 81,95)) \\ &+ 6,675.10^{-3} \sin(0,0344057(J - 42,85)) \\ &+ 3,009.10^{-3} \sin(0,0516086(J - 21,42)) + 1,49.10^{-4} \sin(0,0688115(J - 17,57)) \end{aligned}$$

- a, albédo de la surface évaporante, généralement pris égal à 0,2 (les mesures de terrain sont extrêmement rares) :

Nappes d'eau : 0,05 à 0,07

Cultures : 0,2

Herbes et savane : 0,22

Forêt : 0,11

Roches : 0,16

- H, durée maximale possible d'insolation pour ce jour, en heures et dixièmes :

$$H = 7,6394(\arccos(-\operatorname{tg}(L)\operatorname{tg}(D))) + \frac{0,01065}{\sqrt{\cos^2(L) - \sin^2(D)}}$$

- h, durée réelle d'insolation en heures et dixièmes du jour considéré
- σ , constante de Stefan-Boltzman, soit : $1,18.10^{-7}$ cal/cm²/jour/°K
- e, tension moyenne de la vapeur d'eau mesurée sous abri et exprimée en millibars
- e_w , tension maximale possible de la vapeur d'eau, exprimée en millibars, pour la température Θ : $e_w = 6,107.10^{7,5 \frac{\Theta(^{\circ}\text{C})}{238+\Theta(^{\circ}\text{C})}}$
- V, vitesse moyenne journalière du vent mesurée à deux mètres au-dessus de la surface évaporante et exprimée en m/s.

Ces différents paramètres intervenant dans le calcul de ETP proviennent de mesures directes sur le terrain : h, Θ et V, ainsi que de mesures directes ou indirectes pour e : dans le cas où la tension moyenne de la vapeur d'eau n'est pas mesurée, elle peut être calculée connaissant l'humidité relative Hr (%) et la température Θ (°C) :

$$e = 0,061 Hr * 10^{(7,5 \frac{\Theta}{238+\Theta})}$$

1.3. Calcul du bilan de l'eau

1.3.1. Principes hydrologiques

Le modèle hydrique utilisé est simple. En début de période, la réserve utile est remplie et égale à 100 mm. Trois cas de figure se présentent :

- $ETP < P$, et $RU = 100$ mm : tant que l'évapotranspiration potentielle ETP est inférieure aux précipitations P, l'évapotranspiration réelle ETR est égale à l'évapotranspiration potentielle ETP, et le surplus hydrologique $P-ETP$ est attribué au ruissellement et aux infiltrations. La réserve utile n'est pas sollicitée. Dans ce cas : $ETP = ETR$.
- $ETP > P$: dès que l'évapotranspiration potentielle ETP devient supérieure aux précipitations P, un déficit pluviométrique apparaît : $ETP-P$. Au cours du premier mois d'apparition de ce déficit, celui-ci est entièrement comblé par l'évaporation d'une tranche du stock contenu dans la réserve utile ;

l'évapotranspiration réelle est alors égale à l'évapotranspiration potentielle. Mais pendant les autres mois où les précipitations restent inférieures à ETP, les réserves d'eau puisées ne sont pas égales au déficit pluviométrique : ainsi, l'évapotranspiration réelle devient très tôt inférieure à l'évapotranspiration potentielle ETP : $ETR < ETP$.

La quantité d'eau fournie par la réserve utile est alors, pour le mois i :

$$RU_i - RU_{i-1}.$$

Une « déficience d'évaporation », qui se définit comme la différence entre ETP et ETR, apparaît donc bien avant l'épuisement du stock en eau du sol. A ce propos, « Thornthwaite semble admettre que cet épuisement est une fonction logarithmique des déficits pluviométrique mensuels cumulés. » (Mounier, 1965b) : son épuisement peut être calculé selon la formule retenue par C.-W. Thornthwaite et J.-R. Mather (1957) (Péguy *et al.*, 1981) :

$$RU_t = RU e^{-at},$$

où t représente le temps dont l'indicateur est ici $\Sigma(ETP-P)$, soit le cumul des déficits pluviométriques mensuels ; pour un mois donné, son déficit est donc égal à la somme des déficits mensuels précédents. a est le coefficient d'épuisement de la réserve, fonction de RU :

$$RU=50 \text{ mm}, a=2,11.10^{-2},$$

$$RU=75 \text{ mm}, a=1,41.10^{-2},$$

$$RU=100 \text{ mm}, a=1,04.10^{-2},$$

$$RU=125 \text{ mm}, a=0,824.10^{-2},$$

$$RU=200 \text{ mm}, a=0,505.10^{-2}.$$

- $ETP < P$, et $RU < 100 \text{ mm}$: après la période de déficit pluviométrique, les précipitations reprennent le pas sur l'évapotranspiration potentielle. Les surplus hydrologiques $P-ETP$ sont en priorité attribués à la recharge de la réserve utile ; une fois celle-ci reconstituée, le cycle de l'eau reprend son cours.

1.3.2. Modèle hydrologique associé

La notion de déficience d'évaporation traduit l'avènement d'une période sèche, qui reste à définir. L'établissement des bilans hydriques permet, en fonction des paramètres de déficit, pluviométrique et d'évaporation, de dresser une typologie hydroclimatique mensuelle (tab.3.1) (Dubreuil, 1994). Lorsque les précipitations sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle ETP, deux cas de figure peuvent se présenter :

- soit la réserve utile RU est complétée, auquel cas le mois sera qualifié d'hyper humide compte tenu de l'excédent d'eau météorique : « Pendant les mois pluvieux, les excédents de précipitations alimentent les réserves en eau du sol ou le ruissellement lorsque la capacité de stockage est atteinte » (Mounier, 1965b) ;

- soit la réserve utile RU n'est pas complétée, auquel cas une part des précipitations excédentaires est sollicitée pour remplir la réserve utile : le mois est alors humide.

Tableau 3.1 : Typologie mensuelle du bilan hydrique.

Type de mois	Bilan hydrique	Fonctionnement hydrologique
Hyper humide (HH)	$P > ETP$ $P - ETP - \Delta RU > RU_0$	Réserves utiles reconstituées. Excédents pluviométriques entièrement destinés au ruissellement et aux réserves hydrologiques.
Humide (H)	$P > ETP$	Constitution des réserves utiles. Faible augmentation du ruissellement et des réserves hydrologiques.
A faible déficience (FD)	$DE \text{ (mm)} < 30$	Entame des réserves utiles. Diminution de la part du ruissellement superficiel.
Subsec (SS)	$30 \leq DE \text{ (mm)} < 60$	Accélération de la baisse des réserves.
Sec (S)	$60 \leq DE \text{ (mm)} < 120$	Valeurs faibles des réserves utiles. Etiages hydrauliques.
Sécheresse extrême (SE)	$120 \leq DE \text{ (mm)}$	Type de mois exceptionnel dans le domaine océanique. Arrêt de l'écoulement pour les petits cours d'eau. Mise en évidence des principaux épisodes secs.

D'après Dubreuil, 1994.

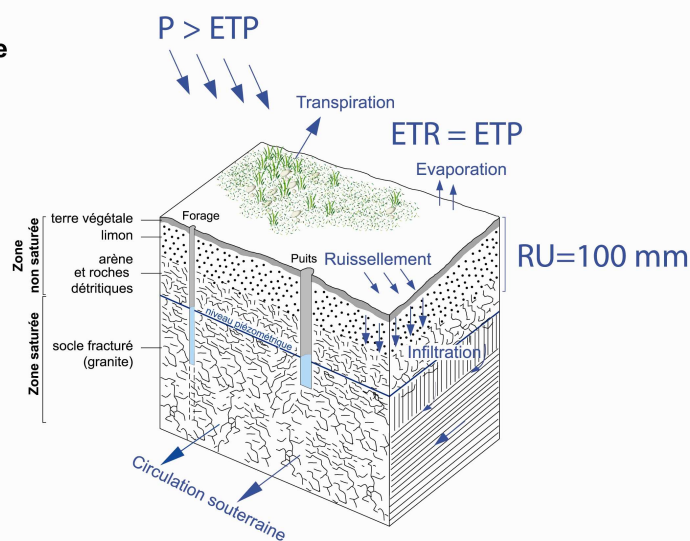
Dans ces deux cas l'évapotranspiration réelle ETR est égale à l'évapotranspiration potentielle ETP. Lorsque le déficit pluviométrique est avéré ($P < ETP$), quatre situations sont définies, comme autant de seuils de mois déficients en évaporation :

- une faible déficience (FD) est caractérisée pour un déficit d'évaporation compris entre 0 et 30 mm ;
- la subsécheresse (SS) correspond à l'intervalle de déficience d'évaporation compris entre 30 et 60 mm ;
- un mois sec (S) est un mois pour lequel le déficit d'évaporation est compris entre 60 et 100 mm ;
- enfin, la sécheresse extrême (SE) est caractérisée si le déficit d'évaporation dépasse 120 mm.

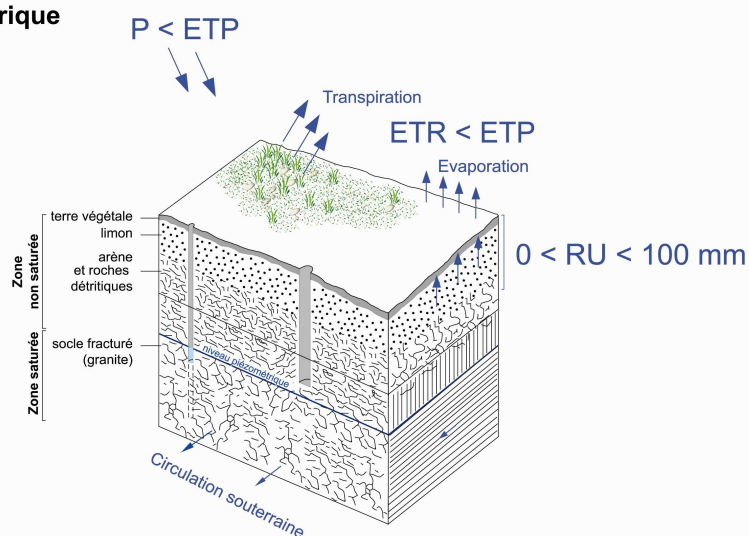
A ces différents seuils d'humidité ou de déficience d'évaporation peut être associé un modèle de fonctionnement hydrologique, inspiré du bilan hydrique simplifié de Thornthwaite (Dubreuil, 1994 ; Laborde, 2000) (fig.3.1).

Figure 3.1 : Schéma fonctionnel du bilan hydrique en milieu de socle.

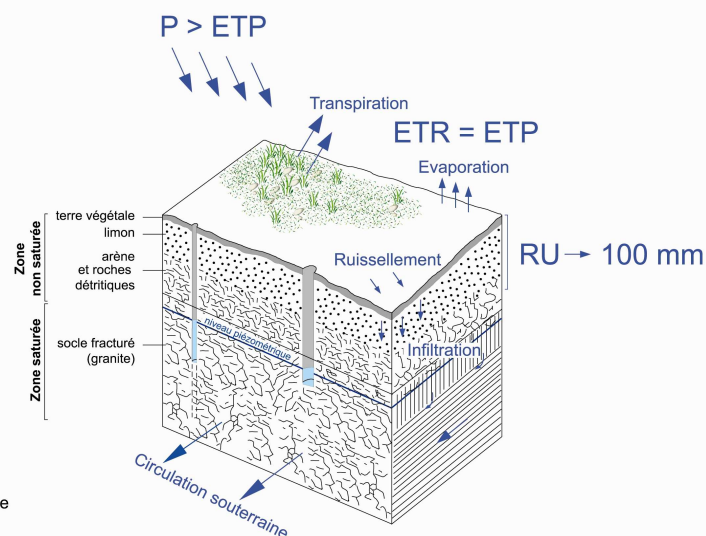
**Début de cycle :
mois hyperhumide**



Déficit pluviométrique



**Reconstitution
de la réserve utile
et reprise des
écoulements**



Termes du bilan hydrique :
P : précipitations
ETR : évapotranspiration réelle
RU : réserve utile
 P_{eff} : pluies efficaces

Conception et réalisation : T. Chiron, 2007

1.3.3. L'exécutable BIL

Les calculs sont effectués à l'aide d'un exécutable en commandes DOS développé par le laboratoire COSTEL, CNRS UMR6554 LETG, à Rennes, et appelé BIL (fig.3.2). Le pas de temps est mensuel. Les données nécessaires au calcul du bilan hydrique sont les suivantes :

- hauteurs de précipitations, en 1/10 mm,
- températures en 1/10 °C,
- tension de vapeur saturante ou humidité relative, respectivement en 1/10 hPa ou en %,
- durée d'insolation en 1/10 d'heure,
- vitesse du vent en m/s.

Les paramètres sont intégrés depuis un fichier [.don], lui-même issu d'un fichier [.prn]. En choisissant la formule de calcul désirée (Turc ou Penman), et après avoir paramétré les calculs (réserve utile maximum R_{Umax} et latitude), BIL retourne dans un fichier texte [.txt] les résultats des différents paramètres du bilan hydrique mensuel sur la période demandée (fig.3.3) :

- ETP, l'évapotranspiration potentielle de Penman en mm,
- P-ETP, soit le déficit pluviométrique en mm,
- RU la réserve utile en mm,
- ETR, l'évapotranspiration réelle en mm.

Les résultats sont exploités sous format Excel afin de calculer les paramètres nécessaires à la caractérisation hydroclimatique des stations étudiées :

- les surplus hydrologiques qui correspondent aux quantités d'eau disponibles pour le ruissellement et les infiltrations : $P - ETP$ lorsque les réserves utiles sont pleines ;
- les déficits pluviométriques ou hydriques, qui, au contraire, quantifient le manque d'eau : $ETP - P$, lorsque $P < ETP$;
- le déficit d'évaporation, noté DE, qui quantifie le manque d'eau lié à l'évapotranspiration : $DE = ETP - ETR$. Cet indicateur n'a de sens qu'en période de déficit pluviométrique.

Figure 3.2 : Interface de l'exécutable BIL.

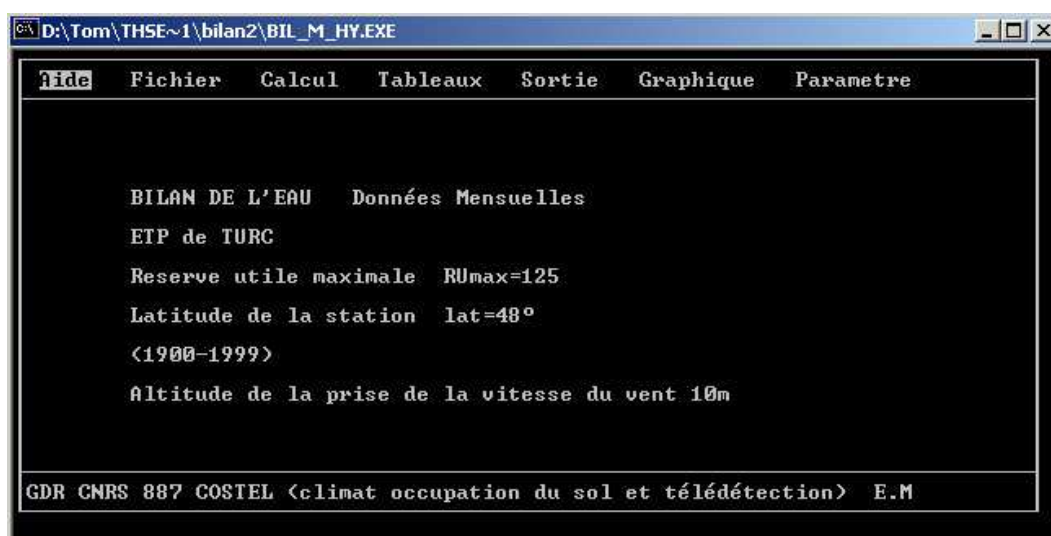


Figure 3.3 : Résultats bruts des calculs des termes du bilan hydrique par l'exécutable BIL (station de Houat).

Station de Houat												
(1963-1999)												
Latitude		de		la		station lat=48°						
ETP de		FEMMAN										
Reserve utile		maximale		RUmax=100								
Altitude		10m										
Unités		utilisés										
Pluie		mm										
vent		m/s										
température		degr.		celcius								
ensoleillement		heures										
ETP		mm										
ETR		mm										
Reserve Utiles		mm										
P-ETP		mm										
an	mo	dec	pluie	vent	tempe	ensol	humid	ETP	P-ETP	RU	ETR	
63	1	0	49	8.1	7.6	78	97	11.997	33.003	100.000	15.997	
63	2	0	0	6.2	4.3	106	86	21.733	-25.733	76.504	23.496	
63	3	0	71	7.3	8.3	133	100	31.627	41.373	100.000	39.927	
63	4	0	5	5.8	10.1	160	109	64.921	-59.921	53.634	51.576	
63	5	0	8	6.2	12.8	104	134	87.816	-79.816	23.356	38.267	
63	6	0	22	5.3	14.8	208	148	100.234	-78.234	10.350	31.006	
63	7	0	18	6.1	16.6	239	168	113.768	-95.768	5.795	62.555	
63	8	0	77	3.0	17.1	208	178	84.473	-7.473	5.362	77.435	
63	9	0	80	5.8	14.6	163	154	56.853	23.147	28.509	56.853	
63	10	0	29	5.4	14.5	132	153	36.227	-7.227	26.445	31.064	
63	11	0	172	10.1	9.9	71	110	25.316	146.684	100.000	25.316	
63	12	0	145	9.3	9.8	62	114	21.740	129.260	100.000	21.740	
63	1	0	88	7.3	7.2	48	97	5.462	82.538	100.000	5.462	
63	2	0	152	7.3	10.3	59	136	18.146	132.854	100.000	18.146	
63	3	0	17	3.7	9.1	178	102	43.472	-28.472	24.371	42.629	
63	4	0	89	7.1	11.6	168	113	71.309	17.691	92.062	71.309	
63	5	0	67	6.6	13.4	201	130	98.361	-31.361	66.137	82.915	
63	6	0	100	3.8	16.3	313	184	105.810	-5.810	62.238	101.604	

1.3.4. Les données météorologiques

L'utilisation de la méthode de Penman demeure difficile à mettre en œuvre compte tenu du grand nombre requis de données. Toutes les stations météorologiques ne mesurent pas l'ensemble des paramètres nécessaires et la qualité des mesures reste moyenne en France (Betout, 1979). Il existe plusieurs types de stations, classées en quatre catégories, identifiées de 1 à 4 :

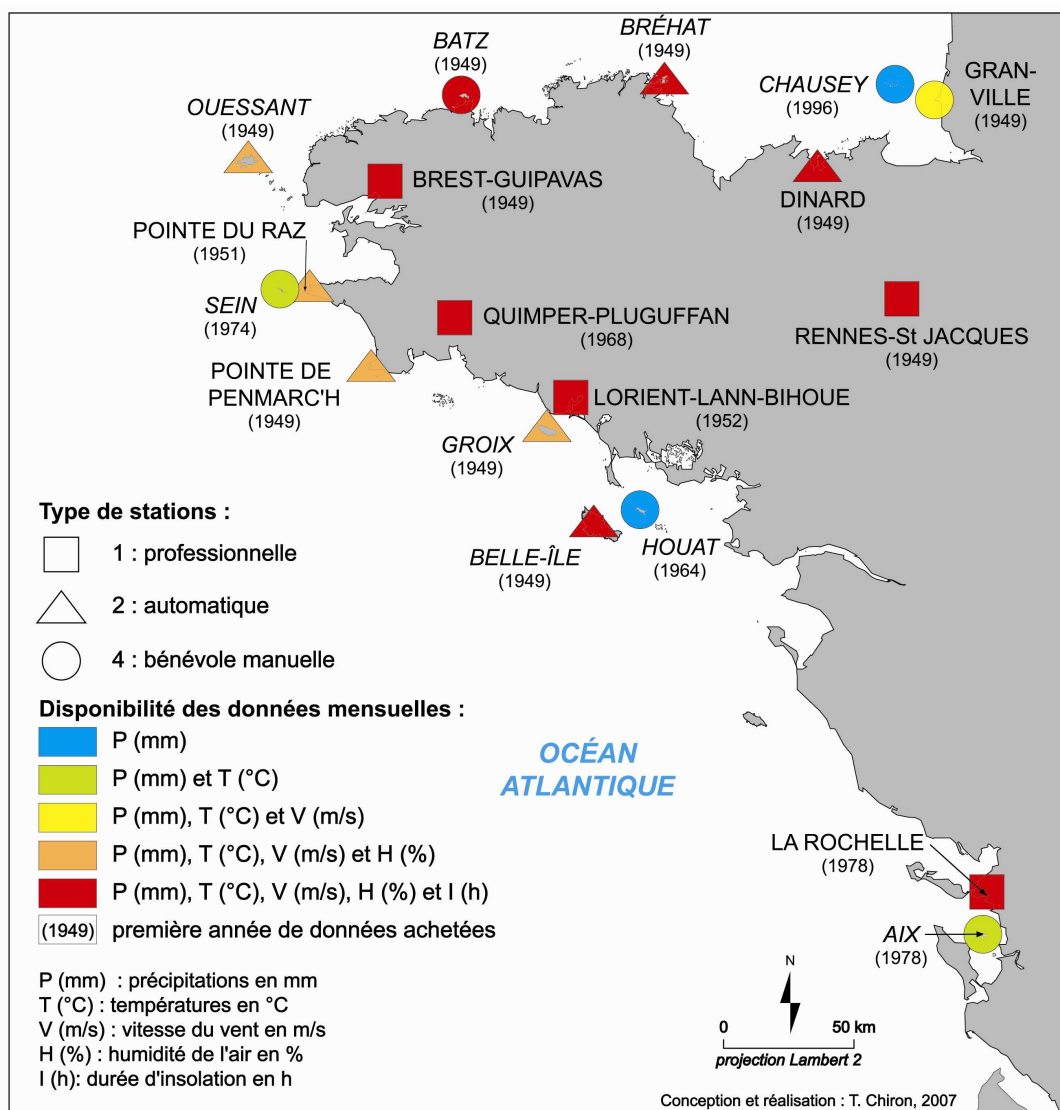
- type 1 : station professionnelle surveillée à transmission quotidienne ;
- type 2 : station automatique à transmission quotidienne ;
- type 3 : station automatique à transmission différée ;
- type 4 : station bénévole manuelle.

Si neuf îles du Ponant sont pourvues de stations météorologiques, souvent seules les précipitations, voire les températures, y sont mesurées. Des stations continentales proches du littoral et mieux équipées peuvent également fournir des données exploitables pour le calcul des bilans hydriques (fig.3.4). Les données mensuelles ont été achetées auprès de Météo France pour la période allant de janvier 1949 à septembre 2005. Elles répondent à la normalisation du R.N.D.E. : Réseau National des Données sur l'Eau, et appartiennent à la banque de données PLUVIO.

L'ensemble des stations météorologiques ne mesure pas tous les paramètres nécessaires au calcul de l'évapotranspiration potentielle selon la formule de Penman : insolation et vent manquent le plus souvent. De plus, des lacunes apparaissent dans certaines séries de données. Ces lacunes sont comblées à l'aide des données des stations proches. Ainsi, un certain nombre de comblement ont été effectués pour pallier le manque de paramètres pour les stations insulaires étudiées :

- pour Ouessant : les données d'insolation sont celles de Brest-Guipavas. Les lacunes relatives au changement de station du Créac'h au Stiff à la fin de l'année 1995 sont compensées par les moyennes mensuelles des paramètres manquants, moyennes calculées sur l'ensemble de la période 1949-2005 ;
- pour l'île de Sein : les données de tension de vapeur saturante et une partie des données d'insolation sont celles enregistrées à Quimper ; les données d'insolation avant juin 1978 sont celles de Brest-Guipavas ; les données de vent et les températures manquantes sont celles de la Pointe du Raz ;
- pour l'île de Groix : les températures moyennes mensuelles sont celles de Belle-Île de 1949 à 1951, puis celles de Lorient Lann-Bihoué ; les vitesses de vent sont celles de Belle-Île ; quant aux données d'insolation, celles de Brest-Guipavas documentent les années 1949 à janvier 1964, celles de Lorient sont adoptées ultérieurement ;
- pour Belle-Île : les données d'insolation sont comblées par celles de Lorient entre février 1964 et mai 1967, puis de novembre 1995 à septembre 2005, et Brest entre 1949 et janvier 1964 ;
- pour Houat : les données de températures, tension de vapeur saturante, vent et insolation sont celles de Belle-Île.

Figure 3.4 : Principales stations météorologiques du littoral atlantique français.



2. Normalité et variabilité hydroclimatique des îles bretonnes

2.1. Analyse fréquentielle des bilans hydriques

2.1.1. Le contexte régional

La caractérisation climatique d'un lieu à partir d'une année moyenne, laquelle ne se produit, sinon jamais que très rarement, est assez discutable (Marchand, 1981). « Il paraît donc nécessaire de prendre en compte la variabilité interannuelle des éléments du climat pour mieux connaître l'ambiance atmosphérique au-dessus d'un lieu afin de préciser principalement les contraintes climatiques sur certains aspects de l'économie régionale » : aussi l'analyse fréquentielle des types de mois selon la typologie proposée apparaît-elle comme un premier paramètre pertinent (Mounier, 1980).

Pour la Bretagne, Mounier (1965a) retient quelques faits importants : ETP est régulièrement plus élevée le long du littoral que dans l'intérieur ; les valeurs sont d'ailleurs constamment supérieures le long de la côte méridionale, sauf en avril où les différences régionales sont à peine marquées [...]. Ces résultats sont précisés dans les travaux de V. Dubreuil (1994) dans lesquels les variations saisonnières de l'intégralité du bilan hydrique sont étudiées. La tendance clairement révélée est un déficit estival et automnal. Les bilans de l'eau montrent également que la période de remplissage des réserves utiles du sol n'est pas très longue. Pour les stations les moins arrosées, il n'est donc pas à exclure que ces réserves ne puissent pas se reconstituer totalement pendant la période hivernale. « En effet, le nombre de mois hyper humides reste finalement limité, et un retard de l'approvisionnement des réserves au cours de l'automne peut se traduire par un remplissage incomplet de celles-ci. La pénurie en eau est alors à craindre dès le printemps ou l'été suivants. » (*ibid.*).

L'étude des conditions de sécheresse permet de distinguer deux types de fonctionnement hydrologique à l'échelle du Grand Ouest :

- les côtes et les îles méridionales, de Quiberon à la Rochelle, sont les régions les plus sèches. La sécheresse est une donnée essentielle de leur climat : un à deux mois secs chaque année, risque élevé de non reconstitution de la réserve utile pendant l'hiver ;
- les régions à position d'abri relatif (bassin de Rennes, plaine de Caen...) par rapport aux flux d'ouest et les littoraux de manière générale (à l'exception de la côte sud) sont des régions moins sèches. Cependant, le risque de sécheresse reste important : le défaut d'alimentation hivernale peut entraîner une subsécheresse longue et précoce.

La sécheresse est donc une donnée essentielle des climats du Grand Ouest, et tout particulièrement sur les îles et les littoraux. Elle est d'autant plus redoutable que ses effets perturbent le cycle hydrologique et amplifient le phénomène, selon une boucle de rétroaction positive : le déficit pluviométrique est entretenu par ses conséquences, à savoir le dessèchement de la surface et la coupure de l'alimentation en eau de l'atmosphère (Dubreuil, 1994 ; Laborde, 2000).

2.1.2. Le modèle hydroclimatique insulaire

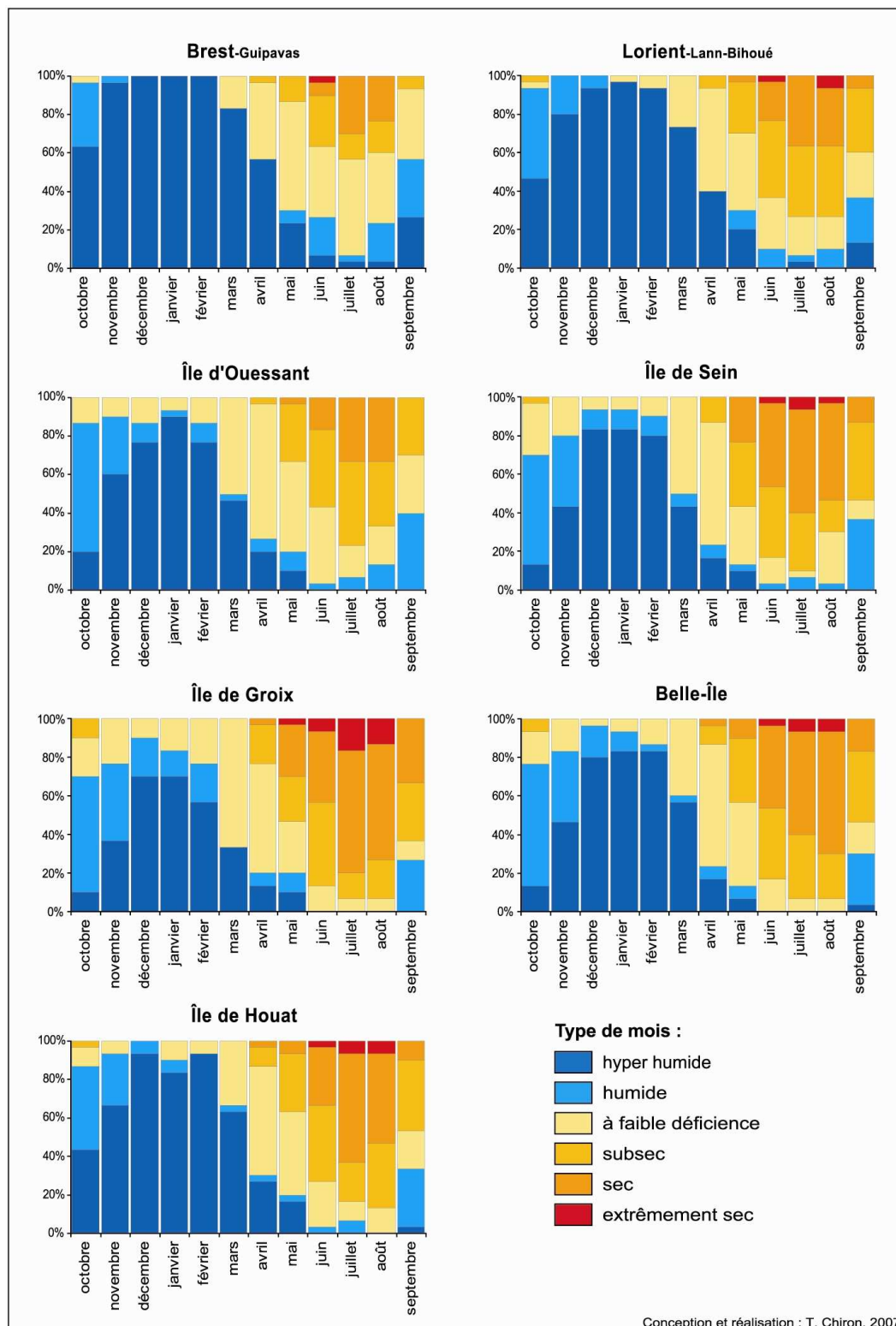
L'analyse fréquentielle des bilans hydriques mensuels des îles bretonnes étudiées (fig.3.5) corrobore la description hydroclimatique de l'année hydrologique (octobre à septembre) à l'échelle régionale. Ainsi, la réserve utile commence à se reconstituer en octobre à la faveur d'une croissance des précipitations et de la diminution des températures et de l'ensoleillement moyens. Plus précoce à Ouessant et Houat, cette période d'humidité peut se prolonger jusqu'en novembre. La recharge des réserves par les surplus hydrologiques peut alors débuter, pour être majoritairement opérante en décembre, avec plus de sept mois sur dix hyper humides. Elle se prolonge pendant la saison hivernale jusqu'à ce que le mois de mars ne marque la transition printanière : à l'exception de Houat (une année sur trois), plus d'une année sur deux connaît une situation de faible déficience hydrique au mois de mars. Cela entraîne une diminution de la part du ruissellement superficiel : la recharge des réserves hydrologiques demeure donc relativement courte, limitée à trois, voire quatre mois de décembre à février-mars.

Du point de vue hydroclimatique, le printemps est assez court puisque la faible déficience qui pourrait le caractériser ne s'étale sur guère plus de deux mois, en mars et avril. La saison estivale commence alors : la faible déficience ne tarde pas à épuiser la réserve utile et les déficits d'évaporation plus ou moins importants apparaissent. Le mois de mai est plus fréquemment subsec, la sécheresse se généralisant en juin, à l'exception de l'île d'Ouessant où les mois d'été restent majoritairement faiblement déficients et surtout subsecs. Pour celle-ci, seule une année sur quatre a comptabilisé au moins deux mois secs depuis 1949, alors que cette fréquence monte à plus d'une année sur trois sur les îles plus méridionales de Sein, Groix, Belle-Île et Groix. La saison sèche se prolonge au mois de septembre, globalement subsec, voire faiblement déficient.

Cette caractérisation hydroclimatique est essentielle pour comprendre le fonctionnement hydrologique des hydrosystèmes insulaires et appréhender les stratégies de gestion des ressources en eau endogènes, qui dépendent avant tout du bilan hydrologique quantitatif. Ainsi, les mois humides de l'automne enclenchent le processus de reconstitution des réserves utiles du sol, marquant la fin d'une période estivale de déficit d'évaporation marquée par une sécheresse saisonnière. Une fois la réserve utile complétée, les surplus hydrologiques sont mobilisés par l'infiltration et le ruissellement : ils assureront l'alimentation en eau des réserves hydrologiques, souterraines et superficielles pendant la saison hivernale. Cette recharge est assez courte. De manière plus générale, la typologie hydrique proposée peut être considérée selon trois types de séquences hydroclimatiques :

- une période de remplissage des réserves utiles et hydrologiques, regroupant les mois humides et hyperhumides (novembre à février) ;
- une période de déficience hydrique modérée, correspondant aux mois à faible déficience et subsecs (mars à mai) ;
- une saison sèche, marquée par les mois secs et plus exceptionnellement les mois extrêmement secs (juin à septembre).

**Figure 3.5 : Bilans hydriques fréquentiels
(ETP Penman, période 1975-2005).**



2.2. Bilans hydrologiques moyens

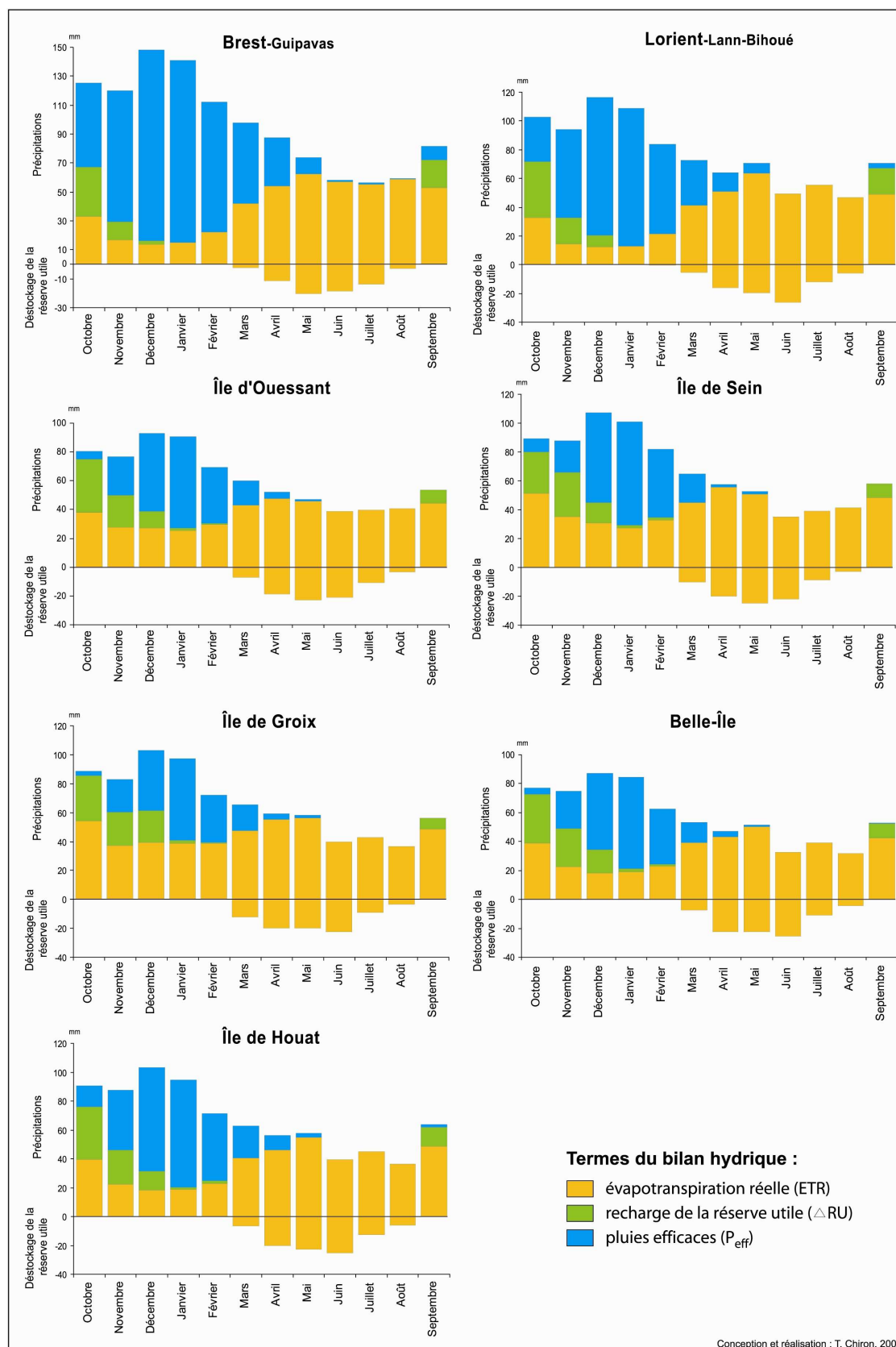
2.2.2. Variations mensuelles des bilans hydrologiques moyens

La répartition mensuelle des précipitations est caractéristique du domaine tempéré océanique. De manière générale, la prédominance des pluies de front explique la fréquence élevée des précipitations et la modération des totaux pluviométriques, traduisant de faibles intensités moyennes. L'inertie thermique de l'océan et sa fraîcheur pendant l'été atténuent l'instabilité, ce qui a pour conséquence une diminution des pluviométries estivales par rapport aux pluviométries hivernales (Viers et Vigneau, 1990). Les apports pluviométriques des mois d'automne et d'hiver (octobre à mars) et des mois de printemps et d'été (avril à septembre) sont globalement de deux tiers un tiers pour les stations insulaires du Ponant.

En reprenant l'équation initiale du bilan hydrique (1) et en contractant ruissellement et infiltration sous le terme de pluies efficaces, comme il a été précédemment admis (Castany, 1982), il est possible de dresser les bilans hydrologiques mensuels des îles en situation d'insularité hydraulique, bilans quantitatifs qui corroborent évidemment la caractérisation hydroclimatique établie précédemment. La recharge des réserves hydrologiques assurée par les pluies efficaces est effectivement automnale et surtout hivernale (fig.3.6). Celles-ci apparaissent généralement en octobre où elles demeurent assez faibles ; une nette augmentation de la part du ruissellement et de l'infiltration s'observe dès le mois de novembre pour atteindre des maxima en décembre, janvier et février. Si « seulement » 68 % des pluies efficaces sont enregistrées au cours de ces trois mois à Houat, ils concentrent en moyenne les trois quarts des surplus hydrologiques à Ouessant, Sein, Groix et Belle-Île. Globalement, plus de 95 % des pluies efficaces sont enregistrés durant le premier semestre hydrologique (octobre à mars). Ces ratios sont sensiblement inférieurs pour les stations littorales de Brest-Guipavas (91 %), Quimper-Pluguffan (91 %) et Lorient-Lann-Bihoué (94 %) ; en revanche, ils se distinguent nettement pour le seul trimestre décembre-février qui ne cumule en moyenne que 57 % des pluies efficaces pour les deux premières stations, et tout de même 64 % pour la troisième.

En corollaire, l'évapotranspiration est moins importante pendant l'hiver et commence à croître en mars. La réserve utile peut être sollicitée dès ce mois pour combler les déficits pluviométriques. La part d'évapotranspiration augmente sensiblement jusqu'en mai. Alors que les températures moyennes sont plus élevées, le mois de juin marque globalement sa diminution : la réserve utile du sol ne suffit plus à compenser les déficits pluviométriques, elle se vide progressivement comme en témoigne la part de moins importante qu'elle occupe dans la complétion d'ETR. Le déficit d'évaporation s'installe alors durablement pour toute la période estivale. La réserve est presque vide en août ; le mois de septembre achève l'année hydrologique en dessinant le retour à des précipitations qui satisfont une évapotranspiration moins intense du fait du recul relatif des températures moyennes conjugué à celui des durées d'insolation. La réserve utile peut même commencer à se reconstituer. Cette reconstitution se prolonge durant l'automne : la situation revient à la normale en novembre ou en décembre.

**Figure 3.6 : Bilans hydriques mensuels moyens
(ETP Penman, période 1975-2005).**



2.2.2. Bilans hydrologiques annuels moyens

A l'échelle annuelle, la variation moyenne de la réserve utile est nulle et l'équation du bilan hydrologique peut être simplifiée :

$$P = ETR + P_{\text{eff}},$$

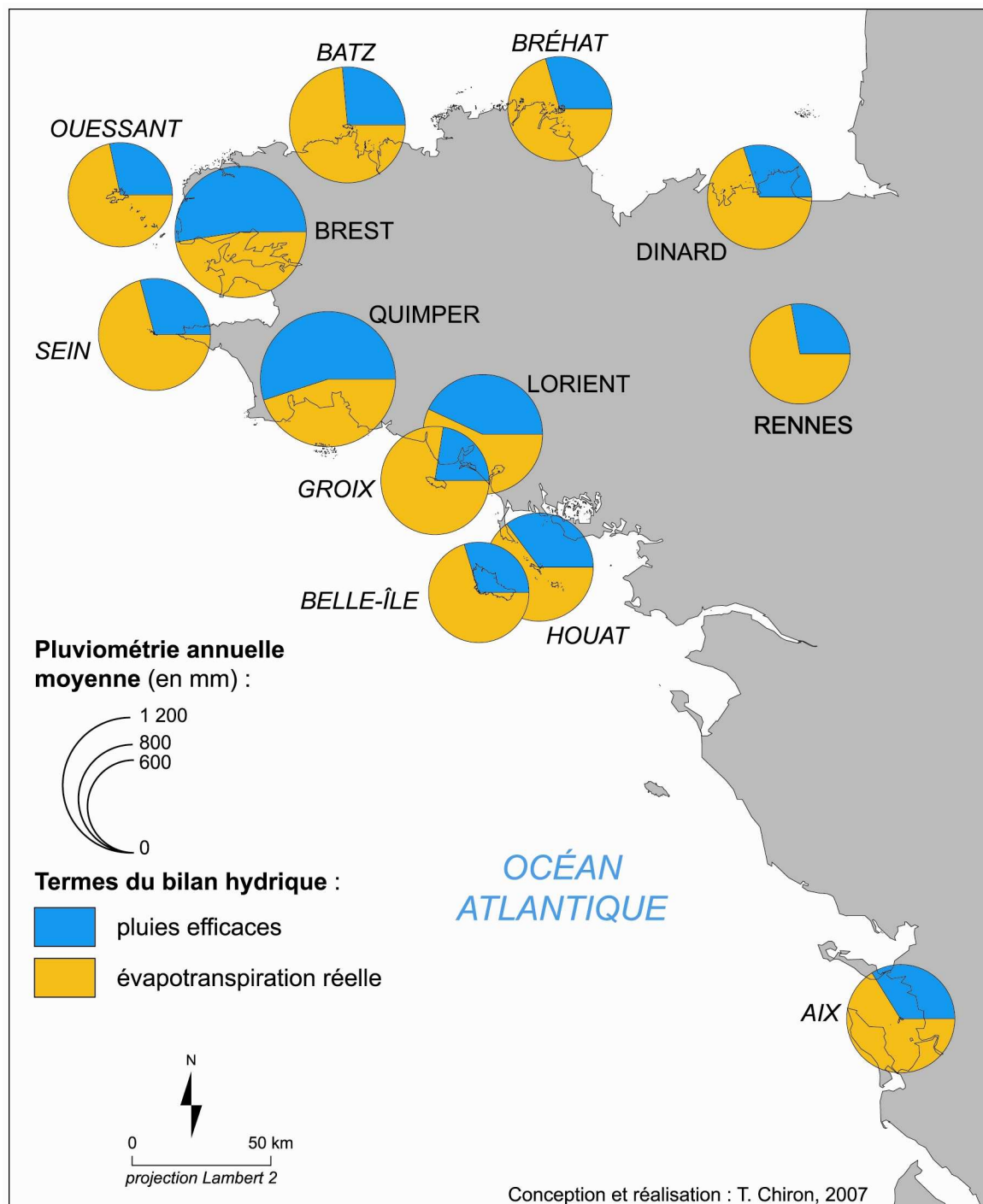
où P représente les précipitations, ETR l'évapotranspiration réelle et P_{eff} les pluies efficaces. Les précipitations annuelles moyennes dépassent difficilement 800 mm pour l'île de Sein, restant comprises entre 688 mm à Belle-Île et 771 mm à Groix (tab.3.2). Ces valeurs sont significativement inférieures aux totaux pluviométriques enregistrés dans les stations littorales du Ponant telles que Brest-Guipavas (1171 mm) ou Quimper-Pluguffan (1273 mm), voire de Lorient Lann-Bihoué (936 mm) ; leurs bilans hydriques sont finalement assez équilibrés, les hauteurs annuelles de précipitations étant mobilisées à parts presque égales par l'évapotranspiration, d'une part, et les ruissellements et les infiltrations, d'autre part (fig.3.7). Si les lames d'eau évapotranspirées sont du même ordre de grandeur tant pour les stations continentales qu'insulaires, une différence flagrante concerne les pluies efficaces qui sont deux à trois fois moins abondantes sur les îles. Ce déficit hydrologique relatif résulte directement de hauteurs de précipitations plus faibles au cours du premier semestre hydrologique (fig.3.6) : les stations météorologiques insulaires ne bénéficient pas des ascendances orographiques et surtout des effets de rugosité du relief côtier qui favorisent justement la formation des précipitations (Vigneau, 2005).

Tableau 3.2 : Valeurs moyennes annuelles et part relative des termes du bilan hydrologique des îles en situation d'autonomie hydraulique.

Stations	Période	Précipitations	=	Evapo-transpiration réelle	+	Pluies efficaces
Ouessant/Molène	1966-2005	715	=	531 (74 %)	+	184 (26 %)
Sein	1974-2005	815	=	580 (71 %)	+	235 (29 %)
Groix	1966-2005	771	=	607 (79 %)	+	164 (21 %)
Belle-Île	1966-2005	688	=	487 (71 %)	+	201 (29 %)
Houat/Hoëdic	1966-2005	775	=	515 (67 %)	+	260 (33 %)

Relativement élevées par rapport à une moyenne annuelle française estimée à 470 mm (de Marsily, 1996), les valeurs insulaires d'ETR s'expliquent par la conjugaison de facteurs climatiques favorables : un ensoleillement généreux et la douceur des températures hivernales, qui participent d'ailleurs de leur attractivité touristique, ainsi que la prédominance du vent. Dans ce bilan, les lames d'eau disponibles pour la recharge des réserves hydrologiques représentent annuellement quelque 30 % des apports météoriques totaux, soit environ 200 mm. Ces chiffres sont d'ailleurs comparables aux conditions hydroclimatiques de certaines îles méditerranéennes, à l'instar de Rhodes pour laquelle les travaux du PNUE concluent à une perte par évapotranspiration de 70 % des précipitations annuelles moyennes (Manoli *et al.*, 2004).

**Figure 3.7 : Bilans hydriques annuels moyens
(ETP Penman, période 1975-2005).**



* *

*

L'hydroclimatologie fonctionnelle des îles bretonnes étudiées est marquée par une dichotomie semestrielle évidente : le premier semestre hydrologique (octobre à mars) est humide et correspond à la période de recharge des réserves hydrologiques par voie de ruissellement et d'infiltration, le second semestre coïncide avec une période de déficit d'évaporation, l'été étant finalement une saison sèche. Pourtant, si ce canevas général donne une tendance moyenne, il ne saurait satisfaire des objectifs de gestion rationnelle des ressources en eau insulaires. La variabilité interannuelle du climat doit impérativement être intégrée et la notion de sécheresse introduite. L'intérêt de sa connaissance approfondie et de son étude géographique réside dans les impacts et les conséquences qu'elles peuvent effectivement avoir sur les ressources en eau insulaires car, « à terme, la préoccupation majeure est de pallier leurs effets néfastes » (Dubreuil, 1994).

3. Sécheresses et variabilité interannuelle des bilans hydrologiques insulaires

3.1. Les sécheresses dans le Grand Ouest français

3.1.1. Le concept de sécheresse

Les acceptions de sécheresse sont multiples et ont ainsi donné lieu à de nombreux travaux sur la question. L'Organisation Mondiale de la Météorologie a proposé la définition suivante en 1966 : l'absence ou le déficit marqué prolongé des précipitations. J. Charre (1977), F. Durand-Dastès (1985) ou encore M. Grégory (1986) opteront pour une définition selon laquelle la sécheresse correspond à une période de déficit d'humidité prolongée et anormale (Dubreuil, 1994). Elle peut même être qualifiée d'absolue ou de relative, soit qu'elle désigne une carence totale de précipitations, soit qu'elle ne concerne qu'une période pendant laquelle les précipitations sont nettement inférieures aux précipitations moyennes. Ne fixant pas de seuils statistiques précis et ne s'attachant qu'aux seules précipitations, la définition reste ambiguë et partielle. Quoi qu'il en soit, différents types de sécheresse peuvent être retenus par le géographe hydrologue, non seulement à des échelles spatiales différentes – locales, régionales, subcontinentales (Mainguet, 1995) – mais aussi temporelles. Les états de sécheresse sont en effet dépendants les uns des autres, et ce dans un ordre défini : l'un commande l'autre ou les autres (Rambert, 1996 ; George et Verger, 2000) :

- la sécheresse atmosphérique : l'air est alors sec, ce qui signifie que l'atmosphère prélève plus d'eau qu'elle n'en apporte. Dans ce cas, les précipitations P sont inférieures à l'évapotranspiration réelle ETR : $P < ETR$. La réserve utile du sol est alors mise à contribution pour pallier le déficit pluviométrique. La littérature pourra proposer le seuil de 20 % de précipitations en dessous des normales pour définir la sécheresse atmosphérique (Mainguet, 1995).
- La sécheresse pédologique ou édaphique : si la sécheresse atmosphérique est assez forte et/ou se prolonge, le sol peut se dessécher et devenir finalement sec. La réserve utile est alors quasiment épuisée. Elle s'accompagne de la diminution de l'infiltrabilité des sols donc l'accentuation du caractère d'aridité des paysages. Le cycle de l'eau est profondément perturbé et cette sécheresse pédologique engendre des étiages des cours d'eau locaux qui drainent des versants desséchés. Elle est matérialisée par le flétrissement des plantes lorsque la réserve utile des sols approche zéro (Gravier et Larue, 1992). On parle alors de stress hydrique des plantes ;
- La sécheresse hydrographique ou potamologique : conséquence de la précédente, les ruisseaux et rivières indigènes sont en situation d'assech. Elle reste très rare dans l'ouest, et correspond à des records historiques du déficit des précipitations (Dubreuil, 1994).
- La **sécheresse phréatique** : si la sécheresse perdure, la sécheresse hydrographique s'aggrave. Les nappes souterraines, phréatiques d'abord, ne sont plus alimentées et se tarissent. Leur niveau piézométrique devient si bas que le fond des puits ne les atteint plus. Une partie des réserves en eau n'est plus disponible. La **sécheresse hydraulique** marque la dernière étape d'un

scénario hydroclimatique catastrophique : les réserves en eau sont épuisées, suite à d'importants déficits pluviométriques hivernaux.

Ce sont précisément les deux dernières situations qui peuvent mettre en péril l'alimentation en eau potable des populations insulaires : la sécheresse hydraulique conduit à une pénurie d'eau susceptible d'affecter la survie des sociétés humaines.

3.1.2. Les grandes sécheresses régionales

Les grandes sécheresses qui ont touché la France de l'Ouest depuis une cinquantaine d'années sont bien connues (Dubreuil, 1994 ; Lamarre et Pagney, 1999) : ce sont des années isolées, comme 1959, 1976 ou 2005 ; il peut également s'agir de séquences d'années sèches comme les années 1940, et la période 1989-1990 qui commence à la fin de 1988 et qui pourrait être prolongée jusqu'en 1992. Enfin, la période 1995-1997 est, elle aussi, digne d'intérêt. Il ne faut également pas oublier la grande sécheresse de 1921 car il s'agit d'un type de sécheresse isolée particulière par son ampleur. C'est avant tout la longueur de la saison déficiente qui est remarquable : elle débute dès février, en raison de très faibles précipitations (25 à 50 % des normales) pour s'achever en novembre, sans que les précipitations reviennent à un niveau normal. « La sécheresse de 1921 constitue donc un cas à part. Elle apparaît comme un phénomène isolé, encadré par les années humides de la guerre et des deux décennies suivantes. Mais au cours de cette année, le déficit est impressionnant, et reste inégalé depuis, si l'on s'en tient aux précipitations » (Dubreuil, 1994).

Plus récemment et à l'échelle du grand Ouest français et de l'Europe, les années 1940 ont pu faire penser à un réchauffement général du climat de l'Europe (*ibid.*). Cette période s'achève par la sécheresse de 1949 où le cumul des déficiences mensuelles est une des plus importantes du siècle, plus que celle de 1947, mais moins que celles de 1976, 1989-1990 et 2005. Cette période des années 1940 est unique au cours du XX^e siècle : les sécheresses majeures qui vont suivre apparaissent effectivement comme des cas isolés, à l'instar des épisodes de 1955, 1959 et surtout 1976. La sécheresse de 1976 « reste pour beaucoup l'année de référence absolue, le « must » des sécheresses qu'ait connu non seulement la France mais au-delà l'ensemble de l'Europe du nord-ouest » (*ibid.*). Il s'agit d'une sécheresse remarquable pour plusieurs raisons :

- sa précocité : les fondements de sa gravité résident dans l'absence de reconstitution des réserves utiles au cours d'un hiver particulièrement sec et dans la limitation insuffisante de l'alimentation des réserves et des nappes profondes là où les réserves utiles étaient reconstituées ;
- l'absence de pluies au mois d'avril susceptibles de permettre aux plantes de passer l'été ;
- le caractère exceptionnel du mois de juin avec une très forte déficience pluviométrique conjuguée à une canicule ; et si juillet offre un léger répit, la sécheresse aoûtienne est très importante.

La sécheresse de 1989-1990 constitue, quant à elle, un phénomène remarquable car jamais deux années consécutives aussi intenses ne s'étaient produites à l'échelle du grand Ouest. A l'instar de la dernière grande crise majeure de 1976, la sécheresse est précoce, mais elle s'accroît en été pour reproduire finalement le schéma de 1959, avec une sécheresse automnale. Par rapport aux sécheresses précédentes (1949, 1959, 1976), « la gravité de la sécheresse de 1989 est ailleurs ; elle réside dans l'enchaînement de mois

toujours nettement plus chauds que les moyennes et moins arrosés qu'à l'habitude » (Dubreuil, 1994). La sécheresse de 1990 débute ainsi dès le mois de mars. Pour ces deux années, c'est au mois de mai qu'elle prend toute son ampleur : les apports d'eau se font sous la forme d'orages localisés pour lesquels la majorité des précipitations est perdue par ruissellement sur des sols rendus imperméables avec la persistance du temps sec. Quelques précipitations record sont ainsi enregistrées : 42 mm à Vannes le 17, 112 mm à Quimper le 20 en seulement cinq heures ! Enfin, les conditions hydroclimatiques de l'année 2005 en France ont été particulièrement remarquables : la sécheresse induite par de très faibles précipitations au cours du premier semestre hydrologique a fortement hypothéqué la recharge des réserves hydrologiques, souterraines notamment, et dont le bilan était globalement déficitaire depuis 2002. Les usages de l'eau, agricoles bien sûr, mais aussi domestiques, en ont été parfois dramatiquement perturbés, et jusqu'à 62 départements ont connu des mesures de restrictions au début du mois d'août, les plus affectés se situant sur la façade océanique. Ce même mois d'août 2005, l'île de Belle-Île incarne médiatiquement cette crise générale de l'eau : la pénurie qui sévit sur l'île oblige à la mise en place de son ravitaillement depuis le continent, au moyen d'un bateau cargo (fig.I.2).

3.2. Les îles et les sécheresses

3.2.1. Identification et typologie des sécheresses insulaires majeures

Les bilans hydriques fréquentiels ont montré que la période de remplissage des réserves hydrologiques n'est pas très longue et concentrée sur le premier semestre de l'année hydrologique (octobre à mars) ; cette période est donc cruciale pour les modalités de gestion des ressources en eau insulaires. Ils révèlent surtout l'occurrence de sécheresses de deux types, soit qu'elles sont une exagération des conditions sèches estivales (sécheresses estivales), soit qu'elles correspondent à un déficit marqué de l'hyperhumidité hivernale (sécheresses hivernales) (fig.3.8).

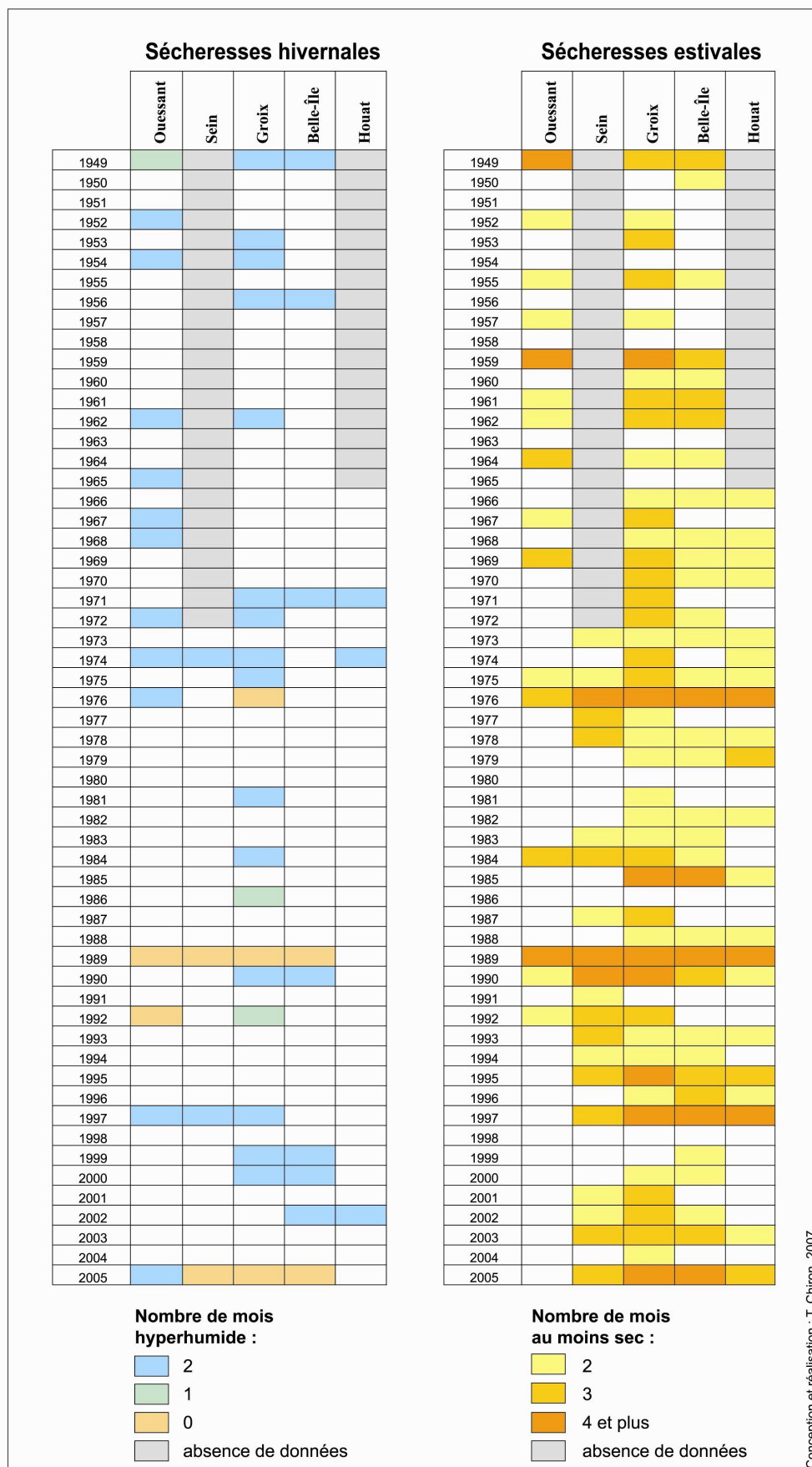
Concernant les sécheresses estivales, et à l'exception de l'île d'Ouessant (environ une année sur quatre), l'occurrence de deux mois secs au cours de l'année hydrologique est assez fréquente : plus d'une année sur deux, voire deux années sur trois à Groix. L'enregistrement de trois mois secs dans une même année est évidemment moins fréquente : si une année sur trois est concernée à Groix, ce n'est qu'une année sur neuf qui l'est à Belle-Île par exemple. Mais les années hydrologiques exceptionnelles demeurent celles qui comptabilisent au moins quatre mois secs ; elles coïncident avec les grandes sécheresses régionales de 1949, 1959, et surtout 1976, 1989, 1997 voire 2005. Pour les îles morbihannaises, les années 1970 sont marquées par une forte occurrence d'étés secs ponctuée par la sécheresse estivale de 1976 ; quant à la sécheresse de 1989, elle y inaugure une période sèche qui s'achève par celle de 1997. Globalement, il semble que les îles plus éloignées du continent, plus océaniques, soient moins touchées par les phénomènes de sécheresse estivale que l'île de Groix, plus proche des côtes.

La restriction de la période hyper humide à deux mois est, quant à elle, peu fréquente puisqu'elle caractérise moins d'une année sur quatre. Les années hydrologiques concernées se concentrent essentiellement dans les années 1960 à Ouessant et au début des années 1970 sur les îles morbihannaises. Les deux épisodes majeurs correspondent à nouveau avec les années 1989 et 2005 où, à l'exception de Houat et d'Ouessant en 2005, aucune reprise des écoulements n'est modélisée. Ces résultats sont extrêmement

intéressants pour la suite de la recherche car ils permettent d'identifier et de hiérarchiser *a priori* les années « à risque » en terme de pénurie d'eau :

- les sécheresses de 1989 et 2005, voire celle de 1997, sont annuelles : le déficit pluviométrique du premier semestre hydrologique annihile ou limite la recharge des réserves hydrologiques ; le déficit d'évaporation du second semestre, induit par des conditions hydroclimatiques défavorables, exacerbe la sécheresse et pourrait conduire à des situations de crise hydraulique ;
- les sécheresses hivernales de 1956 à Belle-Île et Groix, des années 1960 à Ouessant, et généralement celles du début des années 1970 doivent marquer les bilans hydrologiques insulaires et seraient susceptibles d'engendrer des difficultés de gestion des réserves hydrologiques insuffisamment rechargées ;
- les sécheresses estivales, à l'instar de 2003 plutôt liée à la canicule, sont *a priori* moins graves en terme de bilan hydrologique, ce dernier étant assuré au cours du premier semestre hydrologique. Si 1976 est une sécheresse estivale à l'échelle régionale, elle reste annuelle pour Ouessant et Groix.

Figure 3.8 : Identification et typologie des différents épisodes de sécheresse sur les îles bretonnes en situation d'insularité hydraulique.



3.2.2. Les sécheresses et leurs conséquences hydrologiques

Quantitativement, les bilans hydriques permettent de mettre en évidence les principales périodes de déficit d'évaporation ($ETP-ETR < 0$) et de surplus hydriques ($P-ETP > 0$ et $RU = RU_{\max}$) (Turc et Trzpit, 1985). En s'affranchissant de l'alternance saisonnière des surplus et des déficits, l'évolution de la moyenne mobile sur douze mois en décrit significativement les tendances interannuelles (fig.3.9) : les courbes présentent une allure plutôt chaotique, oscillant autour de l'axe des abscisses avec une tendance légèrement favorable au déficit d'évaporation. Au contraire, le bilan hydrique de Brest-Guipavas est clairement en faveur des surplus hydrologiques. La sécheresse de 1949 marque le début de la période étudiée : la courbe remonte depuis un minimum d'une quinzaine de millimètres de déficit ; elle clôt ainsi une période de sécheresse chronique depuis 1942 (Dubreuil, 1994). Les années 1950 enregistrent une certaine régularité à Ouessant, toutefois marquée par d'importants déficits annuels et de très faibles surplus. La situation est plus contrastée à Belle-Île et à Groix pour lesquelles les années 1954 et 1956 sont très nettement déficitaires.

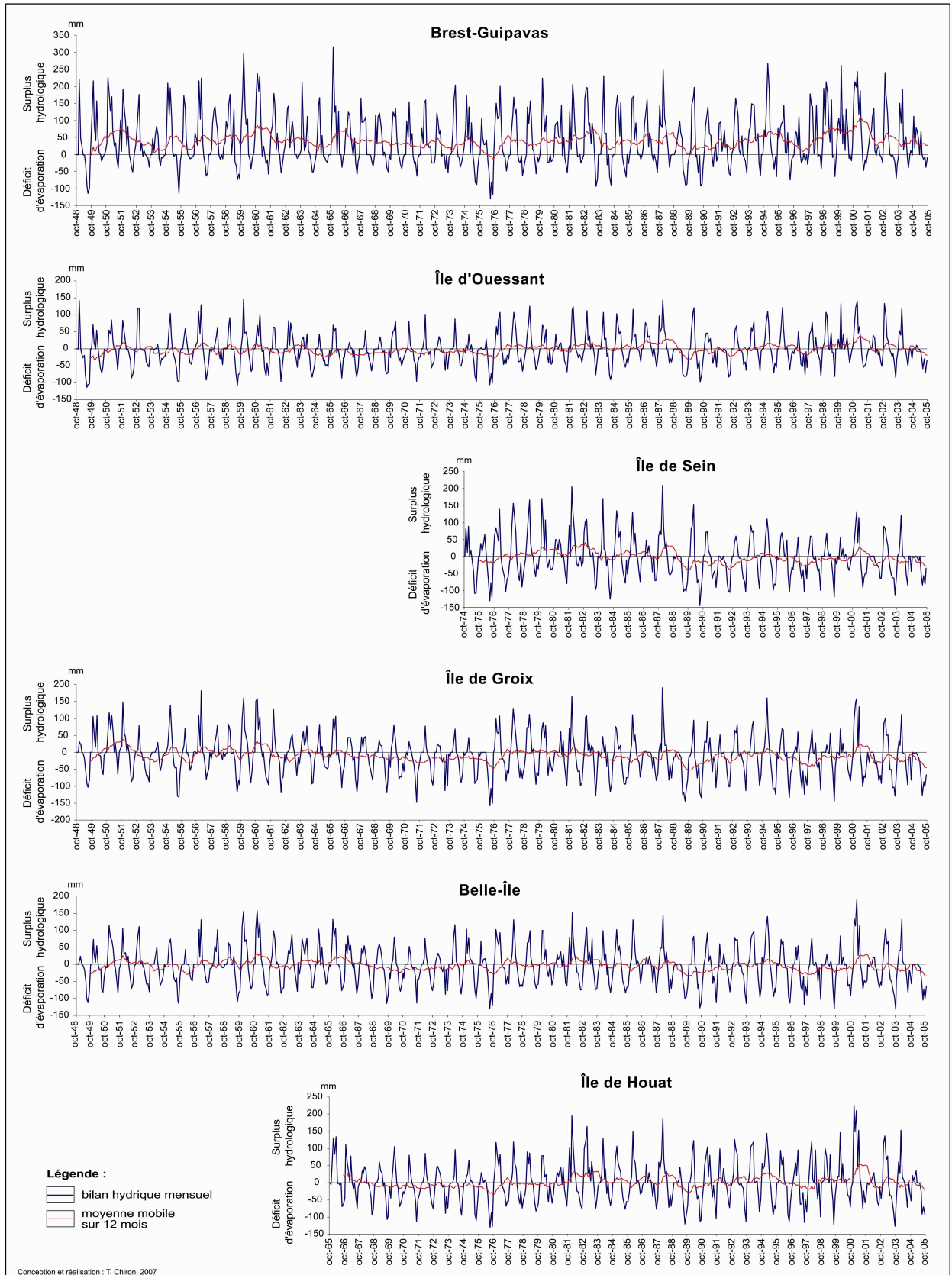
Pour toutes les stations de l'Ouest français, la sécheresse de 1976 survient après une longue période de pente descendante qui commence vers 1969 (Mounier, 1980 ; Dubreuil, 1994), voire 1967 pour les îles. Les années 1970 sont ainsi caractérisées par une accentuation générale de la sécheresse estivale (Mounier, 1980). Suit une décennie moins tourmentée : les bilans hydriques connaissent des fluctuations interannuelles limitées, avec une tendance à l'équilibre plutôt favorable aux surplus hydrologiques. Elle se terminera pourtant par une seconde crise hydroclimatique majeure qui débute dès 1987, mais connaît son paroxysme au cours de l'année 1989, pour se prolonger jusqu'en 1992. Elle est caractérisée par une chute sans précédent des bilans hydriques depuis 1949. Durant l'hiver 1988-1989, les précipitations trop faibles ne suffisent pas à recharger les réserves utiles, court-circuitant de la sorte la recharge des réserves hydrologiques. La persévérance du déficit pluviométrique au printemps et à l'été suivants ne fera qu'accentuer le phénomène. L'année 1992 est de nouveau marquée par une sécheresse hivernale importante à Ouessant et Groix notamment (fig.3.9).

Si d'autres épisodes secs tels que ceux de 1997, 2002 et 2005 apparaissent isolément (Chiron et Dubreuil, 2006), la séquence sèche de la charnière des années 1980-1990 est d'autant plus remarquable qu'elle conjugue déficits pluviométriques et accentuation de l'évapotranspiration, et qu'elle affecte une grande partie de l'Europe de l'Ouest : « Generally evaporative demands have been exceptionnaly high over the last decade and have exercised an important influence on river flow and aquifer recharge patterns – especially in the drier regions of western Europe »³² (Green *et al.*, 1996). Les conséquences de ces sécheresses sur les ressources en eau insulaires sont plus préoccupantes quand elles affectent le premier semestre hydrologique : la diminution des surplus hydriques menace la recharge des réserves. Il n'est pas étonnant alors que les sécheresses annuelles et hivernales remarquables du début des années 1970, et surtout celles de 1989 et 2005, figurent parmi les années où les pluies efficaces ont été les plus faibles, voire nulles (fig.3.10).

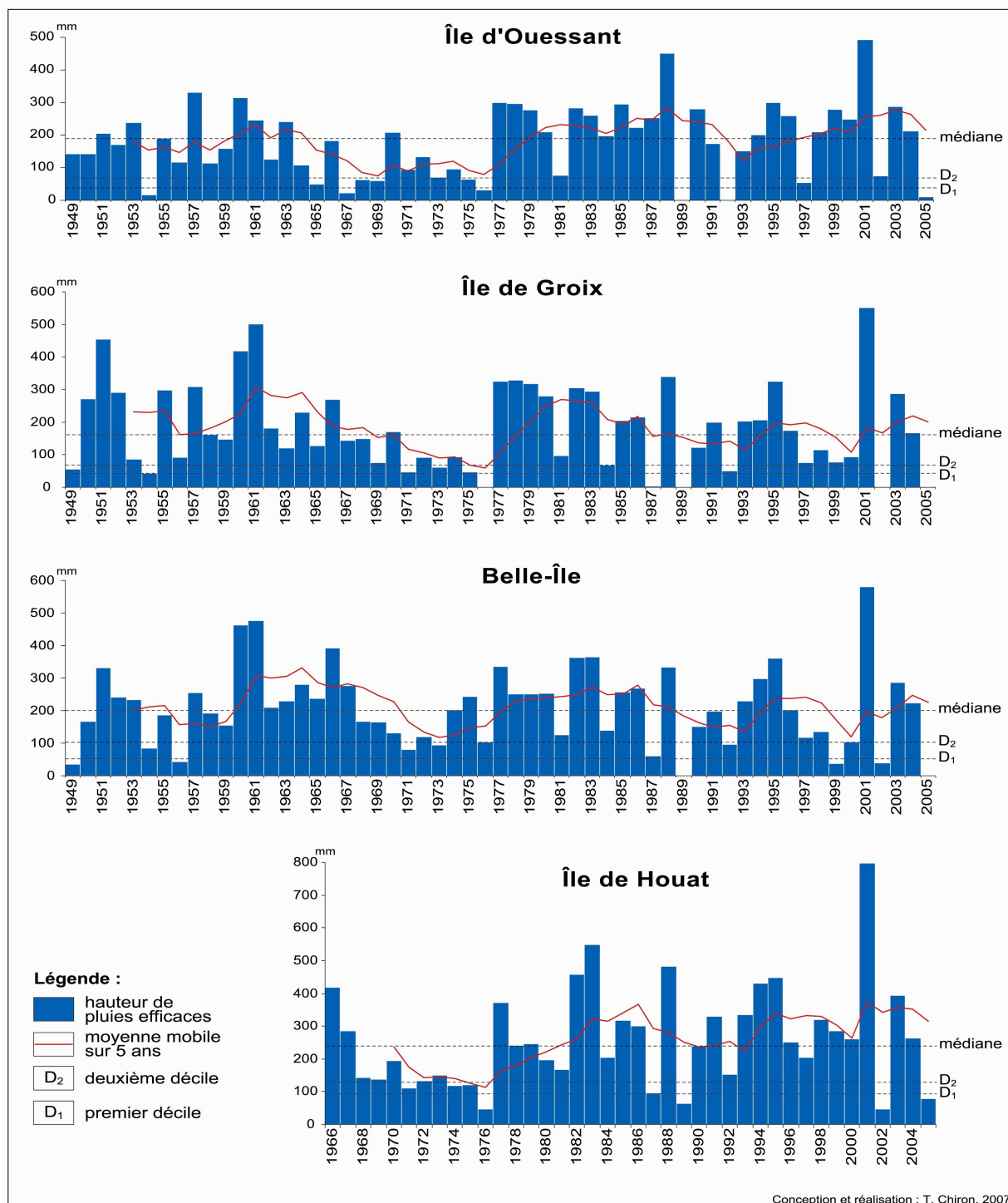
³² Les demandes d'évaporation ont globalement été exceptionnellement élevées au cours de la dernière décennie et ont fortement influencé les débits des rivières et les modèles de recharge des aquifères, particulièrement dans les régions les plus sèches d'Europe occidentale.

Au cours des années exceptionnelles de 1989 et 2005 notamment, les réserves hydriques superficielles et souterraines insulaires ne sont pas ou que très partiellement rechargées : la pénurie est à craindre si le stock d'eau disponible ne couvre pas les besoins en eau potable de l'année hydrologique en cours. Ce sera justement le cas lors de la sécheresse historique de 1989 – où les îles de Molène, Groix, Belle-Île, Houat et Hoëdic seront ravitaillées en eau par bateau, ou lors de celle de 2005 à Belle-Île (Chiron et Dubreuil, 2006). La récession hydrologique du début des années 1970 ou les accidents hydroclimatiques de 1992 à Ouessant et Molène ou 1956 à Belle-Île par exemple ont-ils eu des conséquences néfastes sur l'approvisionnement en eau potable des populations insulaires ?

Figure 3.9 : Variabilité des bilans hydriques et moyenne mobile sur 12 mois.



**Figure 3.10 : Hauteurs de pluies efficaces annuelles
sur les îles bretonnes en situation d'autonomie hydraulique.**



Conclusion du chapitre 3

L'analyse détaillée des bilans hydrologiques aura permis de dégager une véritable typologie fonctionnelle du climat insulaire de la côte atlantique française. La recharge des réserves hydrologiques par les pluies efficaces est assurée au cours du premier semestre hydrologique (octobre-mars), voire majoritairement pendant le trimestre hivernal (décembre-février). Le mois de mars marque généralement la transition vers la saison printanière de déficience d'évaporation ; la reconstitution des réserves hydrologiques n'est alors plus garantie. La saison sèche s'installe chroniquement en mai ou juin et caractérise la période estivale jusqu'en août, voire septembre. La réserve utile se vide progressivement en alimentant une partie de l'évapotranspiration réelle, jusqu'à épuisement. Une telle saison sèche reste un phénomène exceptionnel à l'échelle mondiale : elle concerne seulement une mince frange côtière en Méditerranée et d'étroits secteurs de Californie, du Chili central, d'Afrique du Sud et d'Australie. Dans tout le reste du monde, ou bien les pluies n'ont pas de répartition saisonnière à dominante franche, ou bien la sécheresse est hivernale. Ce qui est considéré en Europe atlantique et méditerranéenne comme la normale est en fait une anomalie à l'échelle du globe (Viers et Vigneau, 1990).

Les résultats les plus importants concernent cependant la variabilité interannuelle des bilans hydrologiques insulaires, laquelle contraint l'offre hydrique. Les sécheresses hivernales menacent la recharge des réserves hydrologiques insulaires : « [...] Un retard de l'approvisionnement des réserves au cours de l'automne peut se traduire par un remplissage incomplet de celles-ci. La pénurie en eau est alors à craindre dès le printemps ou l'été suivants. » (Dubreuil, 1994). L'aléa climatique conditionne partiellement le risque de pénurie d'eau en agissant directement sur les réserves disponibles des îles en situation d'autonomie hydraulique. Au regard de ces résultats et de la mise en évidence de ces années hydrologiquement déficitaires (début des années 1970, 1989 et 2005 notamment), il serait primordial, dans l'objectif d'une gestion rationnelle des réserves hydrologiques insulaires, de pouvoir quantifier l'aléa sécheresse afin d'augurer du risque de pénurie d'eau d'origine climatique.

Si l'hydroclimatologie fonctionnelle des îles armoricaines fournit les éléments préalables du diagnostic de leurs ressources en eau, le potentiel hydrologique ne peut être défini qu'en caractérisant physiquement les hydrosystèmes insulaires naturels. Il s'agit d'évaluer, sinon les volumes, plutôt les flux disponibles pour la production d'eau potable, lesquels, comparés aux besoins anthropiques, fourniront les premières réponses quant à l'adéquation offre-demande en eau.

Chapitre 4 :

Les ressources hydriques endogènes des îles armoricaines

Introduction

Si la connaissance des bilans hydriques des îles est un préalable indispensable au diagnostic de leurs ressources en eau, leur description physique est essentielle pour évaluer leurs potentiels hydrologiques et hydrogéologiques : aussi l'objectif de ce chapitre est-il la caractérisation des bassins versants et des milieux aquifères insulaires. Le contexte géologique régional est ainsi primordial pour comprendre l'origine des îles du Ponant, leur hydromorphologie et leur géomorphologie. La géologie générale de socle confère aux îles des caractéristiques physiques *a priori* défavorables à l'abondance de ressources en eaux souterraines. De plus, leur exiguïté spatiale et l'absence de reliefs marqués ne permettent la présence de bassins versants que sur les îles les plus grandes, à caractère continental.

Parmi le panel d'îles bretonnes, il faut ainsi distinguer les îles hautes, à falaises, des îles basses, généralement plus petites. Cette première typologie morphostructurale induit des potentialités hydrologiques différentes. La topographie des premières est marquée par des vallons encaissés dans les plateaux insulaires, engendrant des écoulements non pérennes mais mobilisables par des infrastructures de stockage afin de constituer une réserve superficielle. Ces îles à potentiel hydrique superficiel intéressant contrastent avec les petites îles où l'extension des bassins versants est limitée à quelques hectares, et donc insuffisante pour envisager une exploitation des eaux superficielles. Les améliorations techniques des années 1970 et la précarité hydraulique de ces îles vont justifier des investigations hydrogéologiques qui mettront en évidence l'existence de ressources hydriques souterraines exploitables. Ces ressources constituent le potentiel exploitable pour l'adduction d'eau brute à des fins de potabilisation.

Après être revenu sur le contexte physique des îles bretonnes, le propos développe les potentialités superficielles et souterraines des îles. En couplant les superficies des bassins versants et les aires d'alimentation des aquifères insulaires aux bilans hydriques, il est alors possible de quantifier les flux et, de la sorte, de caractériser le potentiel hydrologique de chacune des îles. Il s'agit ainsi de diagnostiquer la ressource disponible en année moyenne.

1. Le contexte physique des îles bretonnes : une géologie de socle

1.1. Contexte physique régional et origine structurale des îles bretonnes

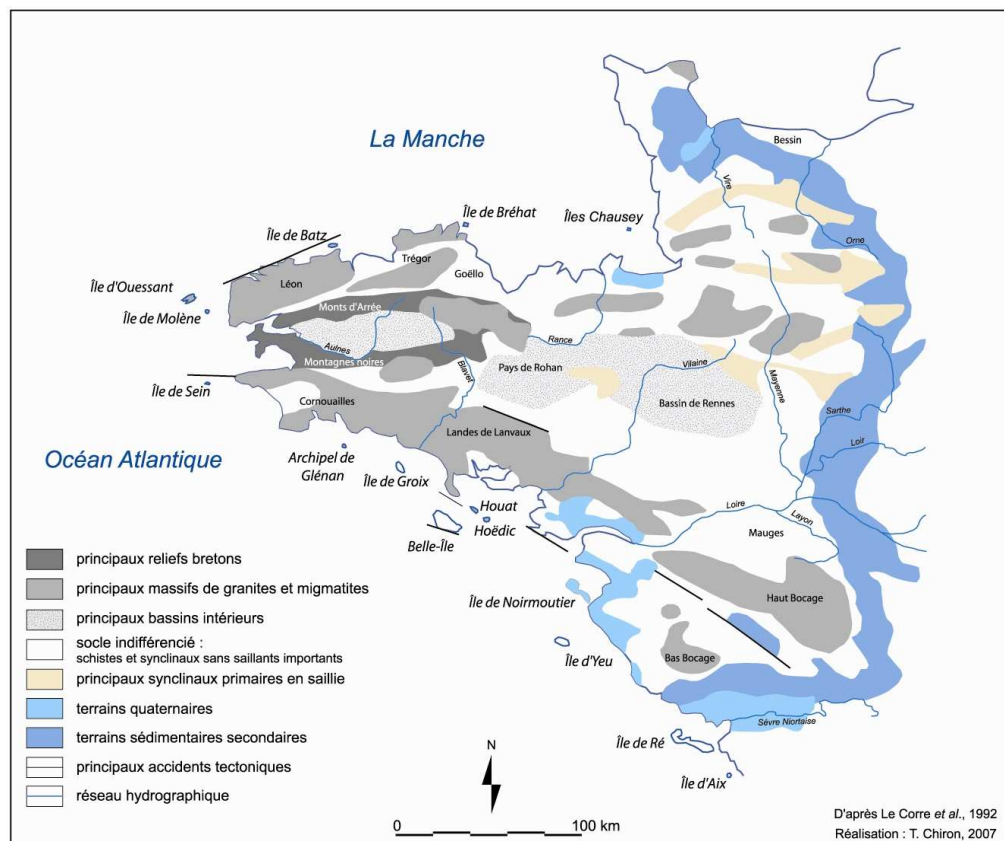
A l'exception de l'île d'Aix, plus méridionale et située en marge du bassin sédimentaire aquitain, les îles du Ponant sont localisées à la périphérie du Massif armoricain. Il n'a pas été aussi affecté par les contrecoups du plissement alpin que le Massif central. Il a cependant été légèrement surélevé au cours de l'ouverture du Golfe de Gascogne, dont il constitue un des épaulements avec la chaîne cantabrique. Au cours du Cénozoïque, le Massif armoricain a connu des déformations souples, voire des jeux de failles. Du point de vue lithologique, le Massif armoricain est composé principalement de roches métamorphiques (schistes et quartzites) et de granitoïdes. Il peut ainsi être divisé en trois grands domaines délimités par de grands accidents cisailants, disposés en éventail et convergeant vers l'ouest (Le Corre *et al.* 1992) :

- le domaine nord-armoricain (DNA) : il présente les meilleurs témoins de l'histoire précambrienne et a été structuré au cours de l'orogénèse cadomienne ;
- le domaine centre-armoricain (DCA) : il est séparé du précédent par le cisaillement nord-armoricain, et a subi une évolution hercynienne en domaine supracrustal ;
- le domaine sud-armoricain (DSA) : limité au nord par le cisaillement sud armoricain, il correspond aux zones internes de la chaîne hercynienne.

Les îles du Ponant, Aix exceptée, s'inscrivent en marge de ce socle ancien (fig.4.1). Ce sont des îles précontinentales, soit de « petites îles voisines du continent qui ne sont que des détails de la topographie littorale » (de Martonne, 1958). Leur géologie est de même nature que celle du continent. Les grandes îles sont soumises aux orientations structurales majeures du Massif armoricain. Dans les îles septentrionales, l'orientation est donc ENE–WSW, elle est ESE–WNW pour les îles méridionales. Ces dernières se situent sur deux axes « anticlinaux » tertiaires de direction armoricaine (Guilcher, 1948). La première échine dorsale s'étend sur 75 km, parallèlement au rivage, entre Quiberon et l'archipel de Glénan, intégrant l'île de Groix. Elle se prolonge sous forme de plateaux tabulaires d'où émergent l'archipel de Houat et l'île d'Hoëdic. Des failles perpendiculaires à l'anticlinal de Cornouaille ont pu rejouer au Tertiaire : certaines îles ont ainsi émergé en tant que horsts, compartiments soulevés de la chaîne rocheuse, telles que Ouessant, Groix, Belle-Île ou Yeu (Pinot, 1974). Les îles du Ponant, à l'exception de l'île d'Aix, présentent pour la plupart une lithologie majoritairement granitique, avec également une part importante de roches métamorphiques. L'orographie des îles demeure hétérogène et il convient de les différencier selon leur mode de formation et leur localisation géographique en distinguant :

- les îles hautes granitiques, à falaises,
- les îles basses à accumulations sédimentaires.

Figure 4.1 : Schéma morphostructural du Massif armoricain.



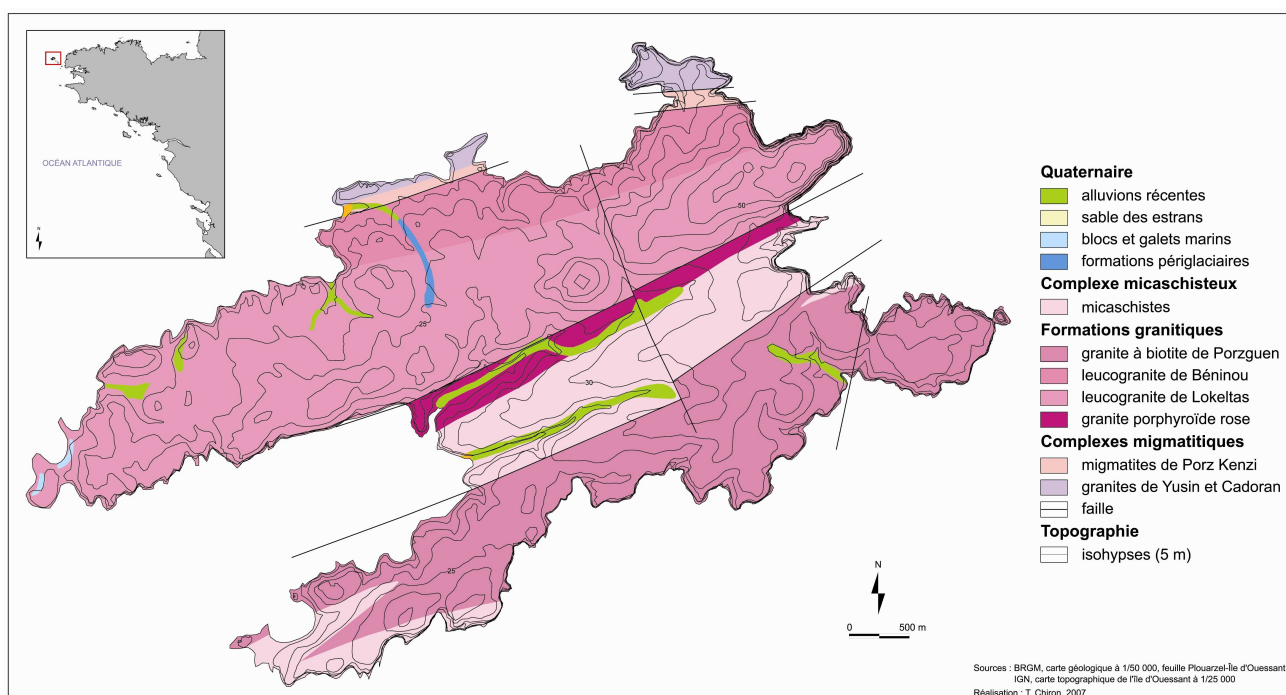
1.2. Présentation géologique des îles bretonnes étudiées

1.2.1. Les îles hautes granitiques

L'île d'Ouessant est le prolongement des différentes unités géologiques du pays léonard dans l'archipel de Molène, et représente l'affleurement du domaine le plus septentrional actuellement observable dans le nord-ouest de la Bretagne : les prolongements orientaux d'Ouessant sont effectivement immergés sous les eaux de la côte nord de la Bretagne. L'île est séparée du soubassement molénais par une faille d'orientation SW-NE, passage dans lequel s'engouffre le courant marin appelé *Fromveur*. Ouessant est elle-même marquée par une série d'accidents de même orientation. Ainsi l'île pourrait représenter le flanc septentrional du dôme léonard interprété comme un horst. Elle est formée de trois unités géologiques majeures allongées et distinctes, toujours d'orientation WSW-ENE. Elles déterminent la morphologie et la topographie insulaire (Chauris, 1994) (fig.4.2) :

- au nord de l'île, le granite mylonitisé de Lokeltas ;
- au centre et en dépression, le granite de Lampaul souvent cataclastique et recouvert d'alluvions et colluvions limoneuses ou argileuses ;
- au sud, les micaschistes séricito-chloritiques.

Figure 4.2 : Carte géologique de l'île d'Ouessant.



Les îles de Groix et Belle-Île correspondent elles aussi à des horsts. La première représente la partie émergée d'un ensemble de roches métamorphiques particulières, connues sous le nom de schistes bleus (Audren et Triboulet, 1986). Dans sa partie occidentale, des falaises de 30 à 40 mètres plongent directement dans la mer. Il n'y a pas de plages de sable, mais des grèves caillouteuses (Saint-Nicolas). Cette zone est dépourvue de dépôts de sables lourds (Audren *et al.*, 1993) (fig.4.3). Séparée selon une orientée NW-SE du domaine granitique de la presqu'île de Quiberon-îles de Houat et Hoëdic, Belle-Île-en-Mer est formée de roches volcano-sédimentaires et de roches franchement volcaniques, faiblement métamorphiques (domaine épizonal de moyenne température) (Audren et Plaine, 1986). L'essentiel de la lithologie belliloise correspond à des sédiments d'origine volcano-sédimentaire, métamorphisés en domaine épizonal : les tufs. Dans les vallons étroits et encaissés se concentrent des dépôts d'alluvions à très faibles extensions spatiales. Quelques plages d'importance notable peuvent enfin être signalées : Donnant, Bordarloue, Port Yorc'h et les Grands Sables (fig.4.4).

Très souvent les îles de Houat et Hoëdic sont associées du fait de leur proximité. Elles sont toutes les deux situées dans le prolongement de la presqu'île de Quiberon, à l'est de Belle-Île. Elles appartiennent au groupe des leucogranites de Bretagne méridionale « qui constituent une longue échine rocheuse, de direction NW-SE [...] ». Ces leucogranites sont en contact faillé au nord-ouest avec les formations sédimentaires et volcaniques du groupe de Belle-Île. Les granites de Quiberon, Houat et Hoëdic constituent une unité géologique, mais présentent tout de même certaines différences lithologiques.

Figure 4.3 : Carte géologique de l'île de Groix.

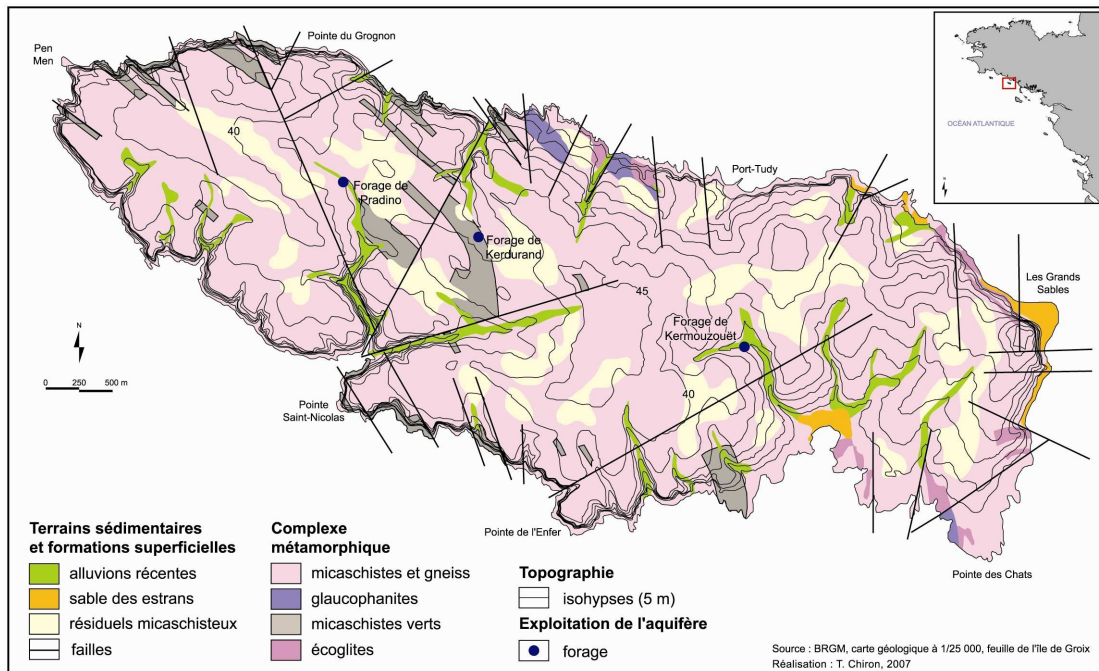
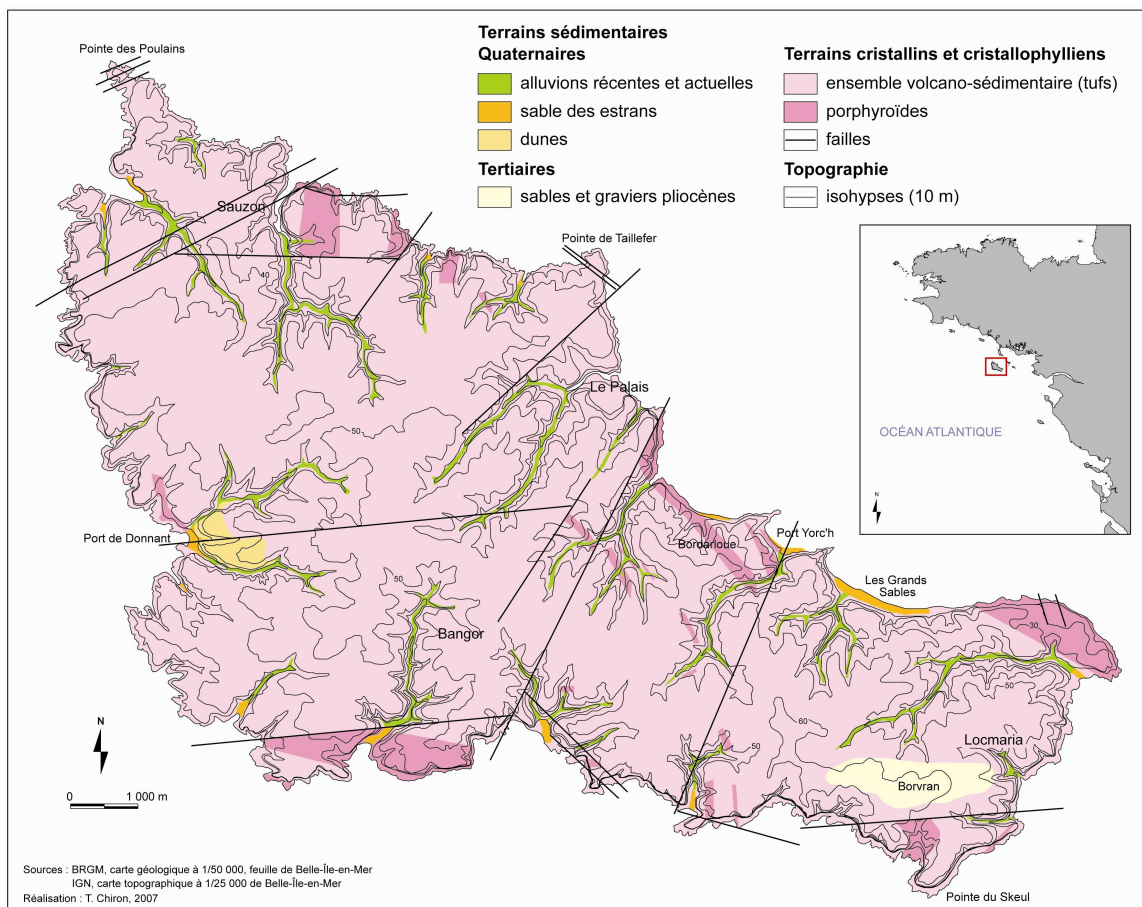
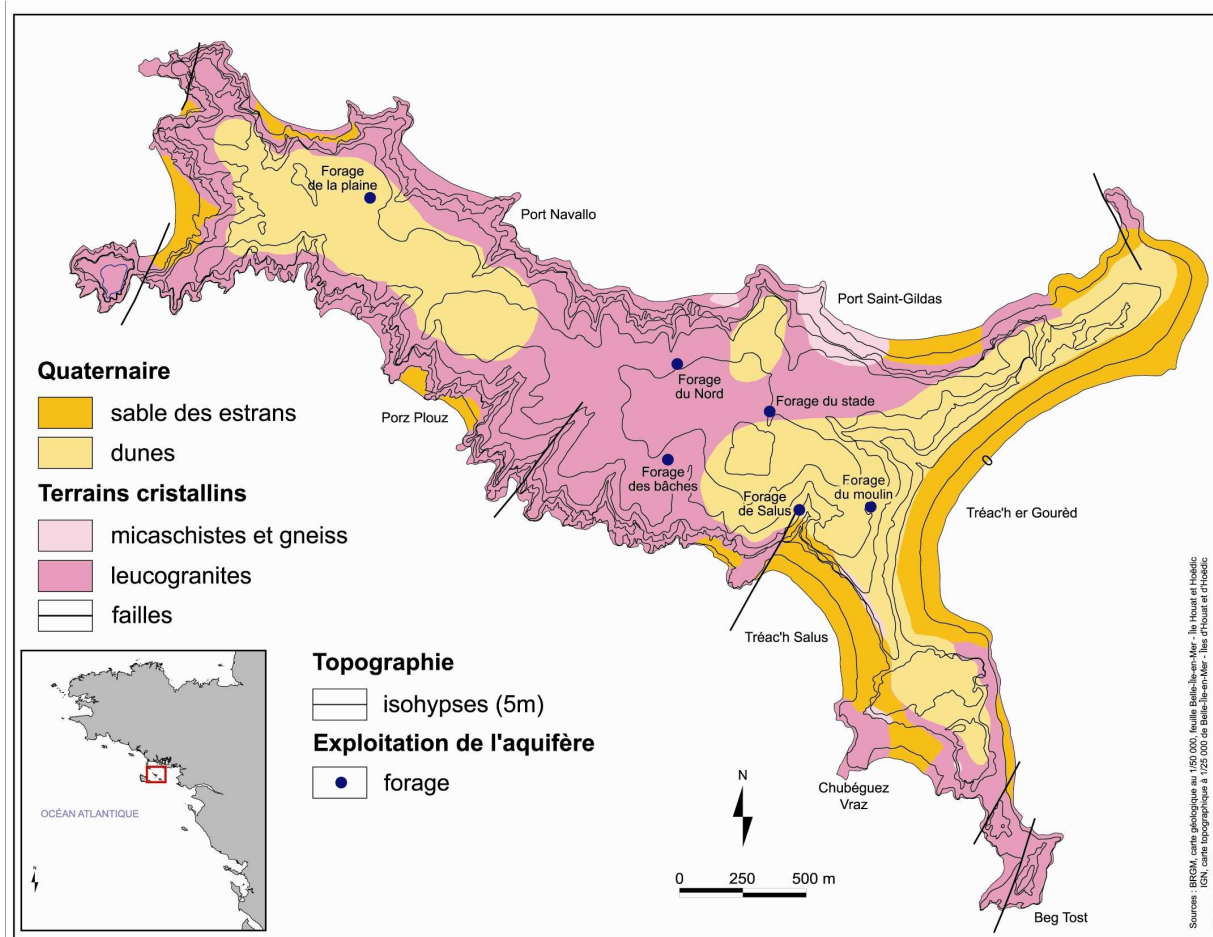


Figure 4.4 : Carte géologique de Belle-Île.



Concernant l'île de Houat, à l'échelle 1/50 000, la distinction des différents granites est impossible. Il faut retenir la prédominance du granite rose ou rougeâtre à Port Navallo et sur la plage de Tréac'h Salus ; le reste de l'île présente un « granite clair, tantôt à grain fin, tantôt à petits porphyroblastes feldspathiques [...] ». Une caractérisation structurale est « l'absence de débit planaire » comme celui de la presqu'île de Quiberon, sauf en quelques points : Beg er Golé, Porz Plouz. Quelques lambeaux de micaschistes sont également présents. Ce sont des micaschistes sombres, gris-vert, qui affleurent au Port Saint-Gildas et à l'est de celui-ci. Des enclaves micaschisteuses sont également présentes à l'est de En Tal, entre Beg Tost et Chubéguez Vraz, et la plage de Tréac'h Salus est limitée par des micaschistes grossiers (Audren et Plaine, 1986). Enfin, les accumulations sédimentaires récentes sont particulièrement présentes sur l'île, d'autant que les dunes et les nombreuses plages de sable sont un atout touristique majeur. Deux zones sont recouvertes par des dunes qui ne sont d'ailleurs plus alimentées : à l'ouest elles saupoudrent le relief à une altitude de 25 m NGF environ. A l'est, elles occupent le dessus des plages de Tréac'h Salus et de Tréac'h er Goured. Les sables de Tréac'h Salus ont d'ailleurs été exploités vers 1879 (*ibid.*) (fig.4.5).

Figure 4.5 : Carte géologique de l'île de Houat.

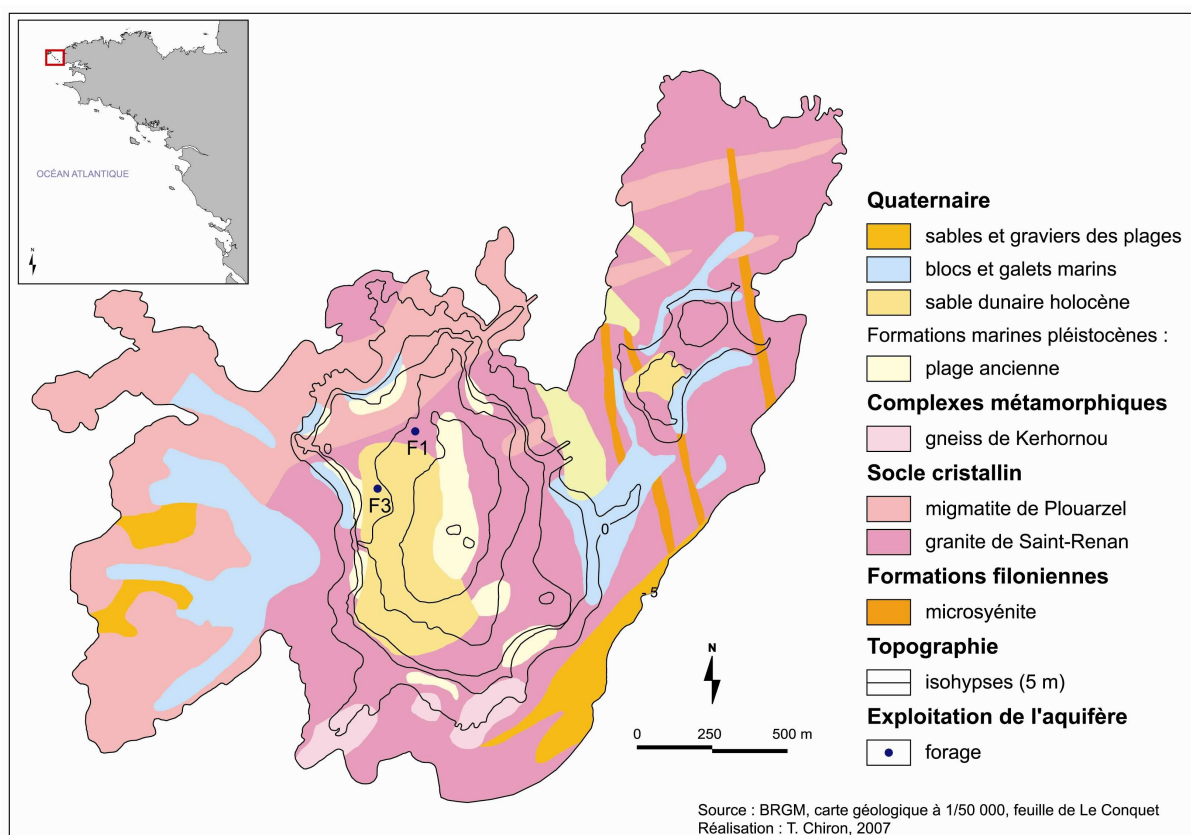


1.2.2. Les îles basses à accumulations sédimentaires

Les îles basses sont, quant à elles, formées d'accumulations de sables et de galets qui prennent appui sur des pointements rocheux et recouvrent des parties du socle précontinental affleurant à la surface océanique. C'est l'origine géomorphologique des îles de Molène et de son archipel, Sein, des îles de Glénan et d'Hoëdic notamment.

Les îles de l'archipel de Molène appartiennent au pays du Léon, « vaste domaine cristallophyllien développé aux dépens d'un matériel précambrien (Briovérien), et recoupé par plusieurs massifs granitiques hercyniens » (Chauris et Hallégouët, 1989). Le plateau de Molène est le prolongement en mer du continent, lequel présente un relief appalachien en grande partie immergé. Le soubassement géologique de l'île de Molène appartient essentiellement à la formation granitique de Saint-Renan, même si, dans l'archipel de Molène, le faciès le plus répandu est un gneiss à deux micas, avec la présence de biotite et muscovite (gneiss de Kerhornou). La partie occidentale de l'île présente des placages de sables dunaires flandriens et de sédiments témoins d'anciennes plages qui recouvrent la formation granitique en profondeur. Ces derniers sont constitués de galets dans une matrice argilo-sableuse dont l'épaisseur peut atteindre localement 7 m. Les dunes ne sont plus alimentées, à cause de l'érosion des falaises et du démaigrissement des estrans ; leur épaisseur dépasse rarement deux mètres (fig.4.6). A noter que des débris de cuisine interstratifiés et des poteries romaines fossilisées témoignent de l'occupation humaine d'une part au Moyen Age et d'autre part à l'époque gallo-romaine (Chauris et Hallégouët, 1989).

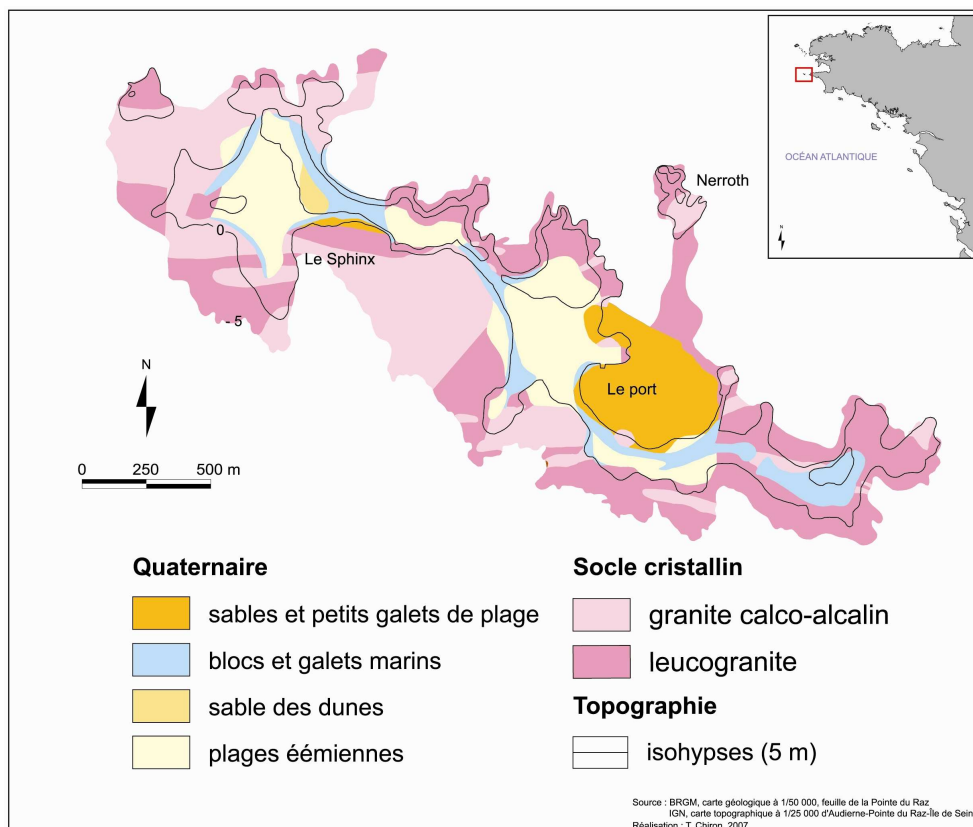
Figure 4.6 : Carte géologique de l'île de Molène.



La chaussée de Sein est le prolongement vers l'ouest des formations géologiques de la Pointe du Raz. C'est une plate-forme de faible extension, en grande partie

immergée, dont le point culminant est justement l'île de Sein. Celle-ci est le résultat de l'accumulation de sédiments marins appuyés sur les pointements rocheux (Guilcher, 1936). Ces pointements sont constitués d'un leucogranite alcalin potassique porphyroïde, lequel est très résistant et forme les points hauts de l'île (rocher du Gador) et la majeure partie de la chaussée de Sein. L'essentiel de la surface émergée de l'île de Sein est formé, dans son épaisseur, de plages pléistocènes : il s'agit d'une couche de sédiments accumulés dans la partie orientale de la chaussée, entre 4 m au-dessus des plus hautes mers de l'époque éémienne et 3 m en dessous, niveau marin peu différent du niveau actuel. C'est du fait de cette constitution que l'île est si basse. La nature des galets constituant ces plages est, comme souvent en Bretagne, variée et en majorité allogène. La formation de l'île s'explique par la transgression marine éémienne (fig.4.7). Ces accumulations sédimentaires sont, comme la plupart des dunes littorales de Bretagne, mortes, sans alimentation (Barrière *et al.*, 1985).

Figure 4.7 : Carte géologique de l'île de Sein.



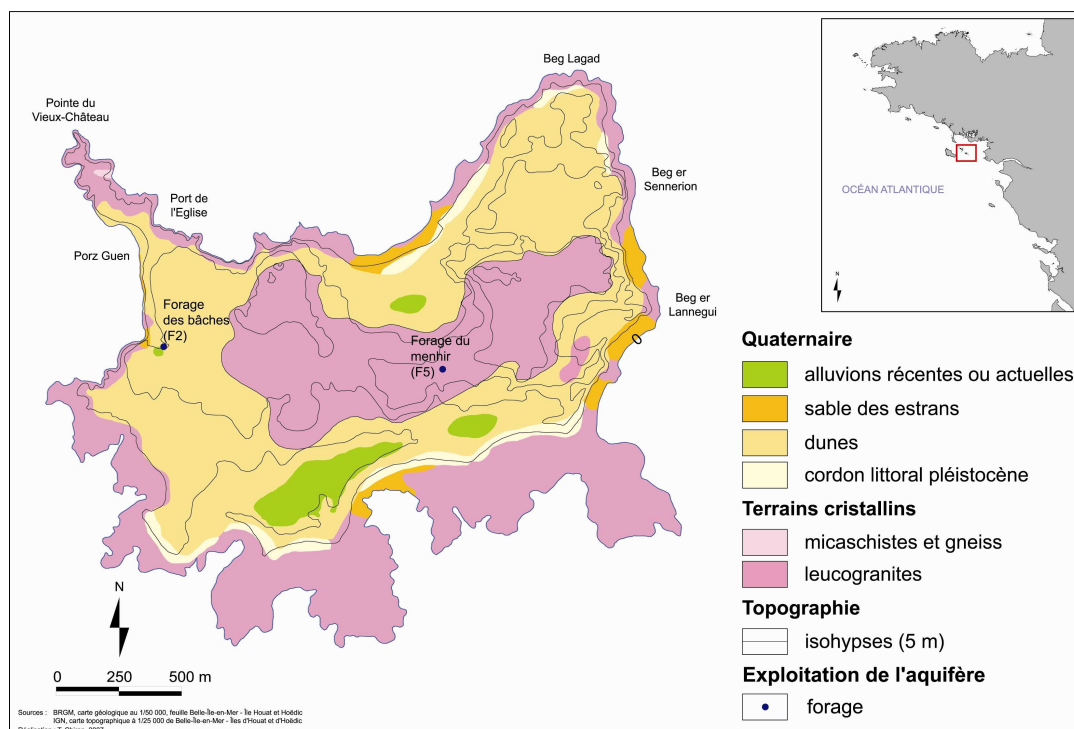
Enfin, la structure de l'île d'Hoëdic est quelque peu plus complexe que celle de sa voisine, Houat. Elle présente en effet deux granites différents (Audren et Plaine, 1986) :

- un granite à deux micas, à grain clair et fin,
- un granite à petits porphyroblastes feldspathiques, plus sombre, avec un débit en plans parallèles fréquent (côte de Beg Lagad, Port de l'Eglise).

Cartographiquement, à 1/50 000, n'ont été représentées que les zones où le granite à petits porphyroblastes domine, à l'ouest et au nord de l'île (fig.4.8). A noter la présence d'enclaves de micaschistes et de gneiss, dont la taille n'est que de quelques mètres (Porz-Guen, pointe du Vieux-Château, Beg er Sennerion, Beg er Lannegui). Les

dunes sont présentes sur l'ensemble de l'île, avec une plus forte prédominance au nord-est du village, où le sable a aussi été exploité.

Figure 4.8 : Carte géologique de l'île d'Hoëdic.



* *

*

La géomorphologie structurale des îles bretonnes est caractéristique à la fois de la géologie de socle du Massif armoricain et de sa périphéricité maritime : la dernière transgression marine à l'Holocène a individualisé des îles hautes à falaises et des îles basses à accumulations sédimentaires. L'omniprésence de roches plutoniques et métamorphiques rend *a priori* peu probable l'existence de ressources en eaux souterraines sur les premières ; l'exigüité des secondes limite physiquement l'extension de bassins versants et seules les accumulations sédimentaires pourraient constituer des milieux capacitifs éventuellement intéressants. D'emblée, la typologie géophysique des îles bretonnes les oppose et induit de la sorte l'exploitation d'une part du potentiel hydrologique superficiel, d'autre part du potentiel hydrogéologique.

2. L'hydromorphologie insulaire

2.1. Topographies et bassins versants insulaires

2.1.1. Définition et caractérisation des bassins versants

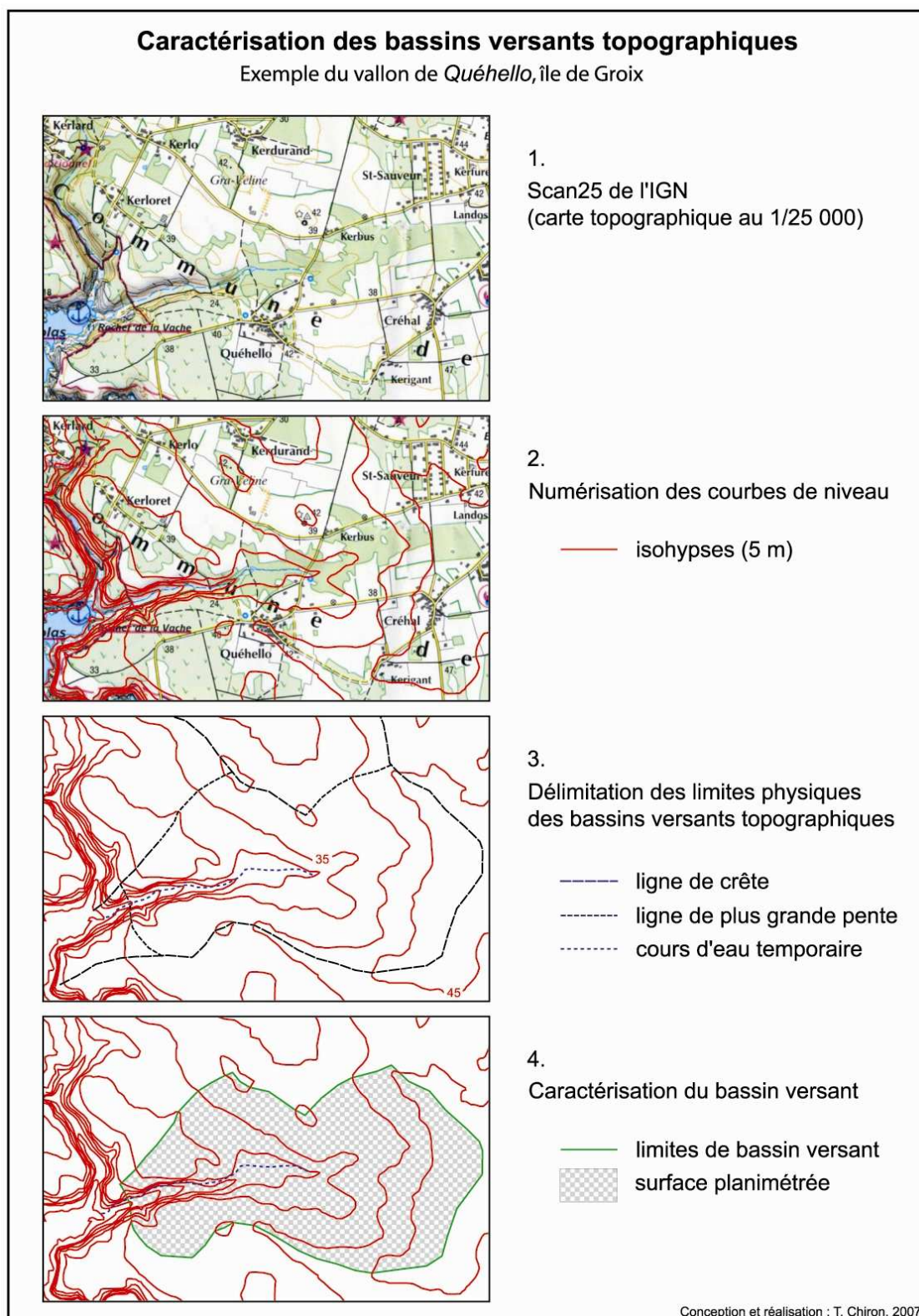
Le bassin versant – ou bassin hydrographique – correspond à l'espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par celui-ci. Ce cours d'eau constitue l'axe principal du bassin versant, la ligne de partage des eaux ses limites. « Son action hydrologique dépend de son étendue, de sa topographie, de ses sols et de leur couverture végétale, de sa structure géologique, de l'organisation du réseau hydrographique qui le draine et bien sûr du climat qui l'affecte » (George et Verger, 2000). Deux définitions doivent être considérées en fonction de la nature des sols :

- les bassins versants topographiques,
- les bassins versants hydrogéologiques.

Dans le cas d'un sous-sol imperméable, le cheminement de l'eau de ruissellement ne sera influencé que par la topographie. Le bassin versant est alors délimité par les lignes de crêtes et les lignes de plus grandes pentes. En revanche, si le sous-sol est perméable, une partie de l'eau s'infiltre et peut emprunter un cheminement indépendant de la topographie et dépendant des écoulements souterrains. La géologie du bassin versant est un facteur très important du régime des cours d'eau qui le drainent. Les volumes seront d'autant plus grands que la nature lithologique du sous-sol est imperméable : c'est le cas en milieu de socle notamment.

La caractérisation des bassins versants utilise différents paramètres liés à leur forme, parmi lesquels la surface est le plus important puisqu'elle conditionne les volumes écoulés à l'exutoire du bassin versant considéré. Elle s'obtient par planimétrie sur une carte topographique après avoir tracé les limites topographiques voire hydrogéologiques du bassin. La méthodologie utilisée ici est fondée sur les cartes topographiques de l'I.G.N. à 1/25 000. Les courbes de niveau ou isohypses ont d'abord été numérisées à partir du SCAN25, au moyen d'un logiciel de cartographie assistée par ordinateur (CAO) : *Adobe Illustrator® 10*. Les lignes de crêtes et de plus grandes pentes sont ensuite dessinées pour délimiter les bassins versants topographiques. Leur surface est enfin calculée grâce à une grille constituée de carrés élémentaires. Les résultats obtenus pour Belle-Île avec cette méthode cartographique sont en parfaite adéquation avec ceux fournis par le Système d'Information Géographique de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Morbihan.

Figure 4.9 : Méthodologie de délimitation et de planimétrie des bassins versants.



2.1.2. Les îles de type continental

L'étendue spatiale, la morphologie et la topographie définissent le potentiel hydrologique de l'île, d'autant plus que le contexte géologique armoricain est dans l'ensemble défavorable à la constitution de réserves aquifères importantes. L'exploitation des eaux superficielles a d'ailleurs longtemps constitué l'alternative privilégiée au manque d'eau et la ressource principale pour l'alimentation en eau potable des populations. Aussi la caractérisation des bassins versants topographiques insulaires et des réseaux hydrographiques associés va-t-elle permettre de définir le potentiel hydrologique superficiel de chaque île. La présence de bassins versants relativement étendus drainant des surfaces suffisantes pour donner naissance à des cours d'eau même intermittents est un préalable géographique qui est ici retenu pour différencier les îles de type continental des autres îles. Les îles hautes, généralement à falaises, sont d'anciennes parties du continent surélevées et isolées de celui-ci. Belle-Île, Ouessant et Groix s'apparentent de la sorte à des morceaux de continent ; elles présentent une superficie et une topographie favorables au développement de réseaux hydrographiques. Bien que petite avec ses quelque 290 hectares, Houat est une île haute sur laquelle se sont creusés de courts vallons, témoins de l'incision d'écoulements superficiels. *A contrario*, l'exiguïté et la topographie des îles de Molène, Sein et Hoëdic expliquent à elles seules l'absence totale de réseau hydrographique.

2.2. Caractérisation hydromorphologique des îles de type continental

2.2.1. Belle-Île

Belle-Île-en-Mer est la plus grande des îles bretonnes : 20 km de long sur 10 de large. Cette taille lui confère des caractéristiques remarquables : elle demeure suffisamment petite pour que les phénomènes d'insularité soient encore très perceptibles et suffisamment grandes pour former un véritable petit continent. Belle-Île se présente comme un plateau d'altitude moyenne de quelque 50 mètres, limité par de hautes falaises. Il culmine à 71 m à Borvran en Locmaria. De nombreux vallons suspendus entaillent ce plateau, et débouchent à la mer par de petites plages (Guilcher, 1948). Ces vallons encaissés et ramifiés (relief en creux) sont très caractéristiques de l'île : ils s'orientent de part et d'autre d'une culmination NW-SE allant de l'Apothicaire à Locmaria, laquelle correspond à la ligne de partage des eaux (fig.4.10).

Le réseau hydrographique de Belle-Île est constitué de cours d'eau non pérennes, qui assèchent généralement en été. L'île est très nettement divisée en deux parties hydrographiques, tout comme l'île de Groix. Les écoulements se font préférentiellement selon une direction grossièrement nord-sud, de part et d'autre de la ligne de partage des eaux ouest-est. Elle délimite ainsi deux unités hydrographiques différentes : d'une part, un ensemble de bassins versants « au vent », débouchant sur la côte exposée à l'ouest et au sud ; d'autre part, un ensemble de bassins versants « sous le vent », dont les exutoires sont localisés sur la côte septentrionale et orientale de l'île. Ce dernier ensemble hydrographique occupe la plus grande partie de l'île, et constitue aujourd'hui le potentiel hydrologique exploité de l'île. Les huit vallons qui la composent ont été historiquement et sont actuellement équipés d'infrastructures pour récupérer et stocker les eaux de ruissellement. Ces eaux de ruissellement et les résurgences aquifères ont creusé le plateau, encaissant des talwegs relativement courts qui drainent de petits bassins versants topographiques. Ces talwegs prennent naissance sur le plateau sommital, à une altitude

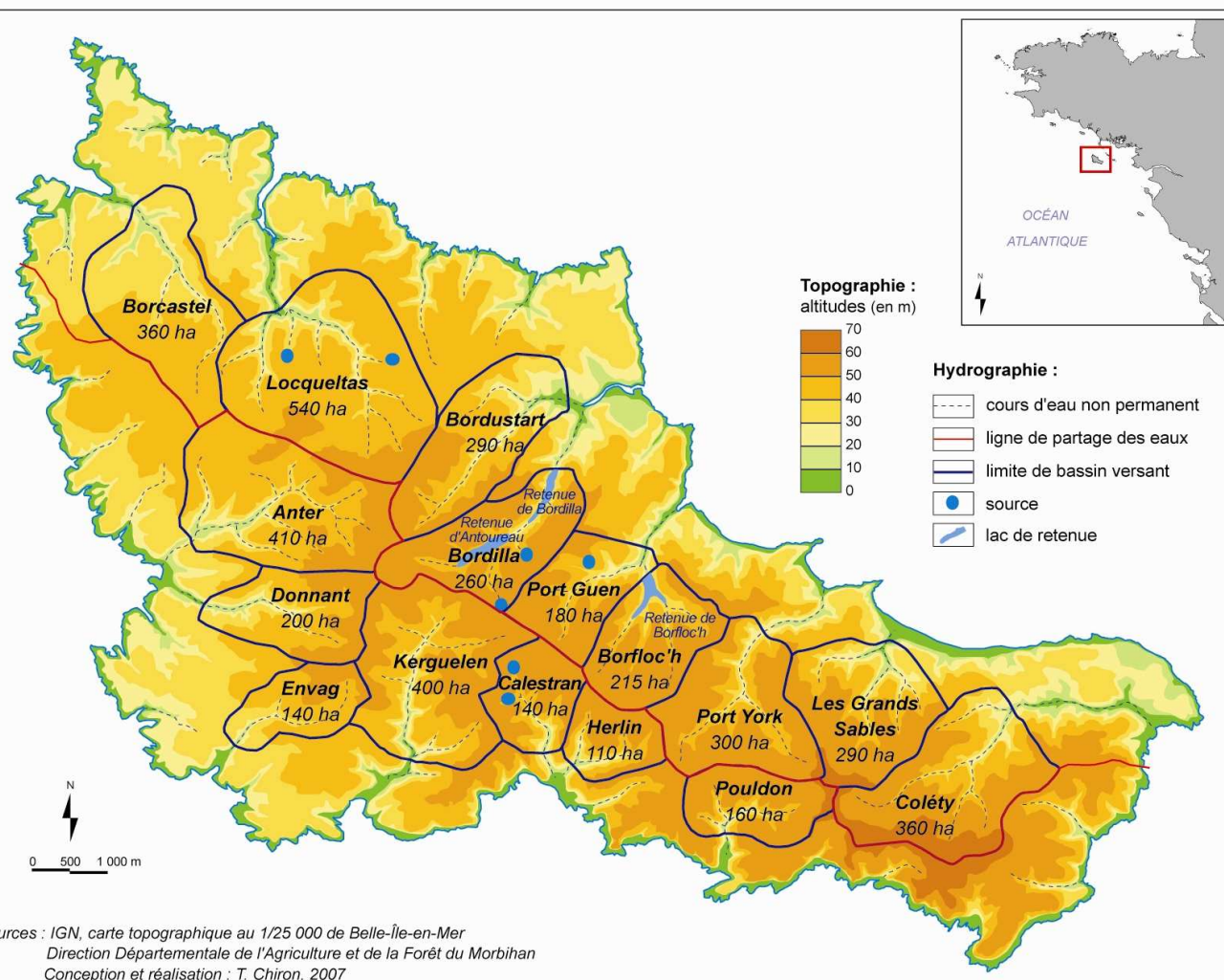
moyenne de 50 mètres ; leurs pentes moyennes sont de l'ordre de 1 à 2 %. Leur encaissement est, en revanche, prononcé : le commandement des talus atteint généralement une quarantaine de mètres, avec des pentes voisines des 20 %. Les vallons, dont le fond est tapissé d'alluvions récentes, débouchent à la côte dans des entrants encaissés et étroits ou des plages plus étendues telles que Donnant ou les Grands Sables.

L'île compte ainsi une quinzaine de vallons drainant des bassins versants d'extension spatiale très variable, comprise entre 140 (Calestran) et 540 hectares (Locqueltas). Les talwegs les plus longs atteignent plus de 4 000 mètres, chiffre assez modeste : ce sont les vallons de Locqueltas (4 025 m) et du Coléty (4 750 m) ; situés sous le vent, ils drainent les bassins versants les plus étendus de l'île. Au total, la surface drainée par les bassins versants sous le vent, le vallon de Borcastel excepté, est de 24 km², constituant le potentiel hydrologique actuellement exploité sur l'île. Cela représente environ 28 % de la superficie de l'île. L'ensemble des bassins versants sous le vent couvre quelque 28 km² en incluant Borcastel. Celle des bassins versants au vent est deux fois moins importante, avec seulement 13 km².

Tableau 4.1 : Caractérisation des bassins versants de Belle-Île.

<i>Nom du BV</i>	<i>Exploitation</i>	<i>Nature géologique</i>	<i>Surface (ha)</i>	<i>Longueur du talweg principal (m)</i>	<i>Pente moyenne (%)</i>
Locqueltas	non	tufs	540	4 025	1,2
Bordustart	non	idem	290	2 950	1,7
Bordilla	oui	idem	260	3 150	1,6
Port Guen	oui	idem	200	2 525	2
Borfloc'h	oui	idem	220	2 650	1,9
Port York	non	idem	300	3 350	1,5
Grands Sables	oui	idem	300	1 600	2,5
Coléty	non	idem	360	4 750	1,3
Borcastel	non	idem	360	3 450	1,2
Anter	non	idem	410	3 325	1,5
Donnant	non	idem	200	2 675	1,9
Envag	non	idem	140	2 250	2,2
Kerguélen	non	idem	400	3 400	1,5
Calestran	non	idem	140	1 350	3,7
Total	4		4 120		

Figure 4.10 : Carte des bassins versants de Belle-Île.



2.2.2. Groix

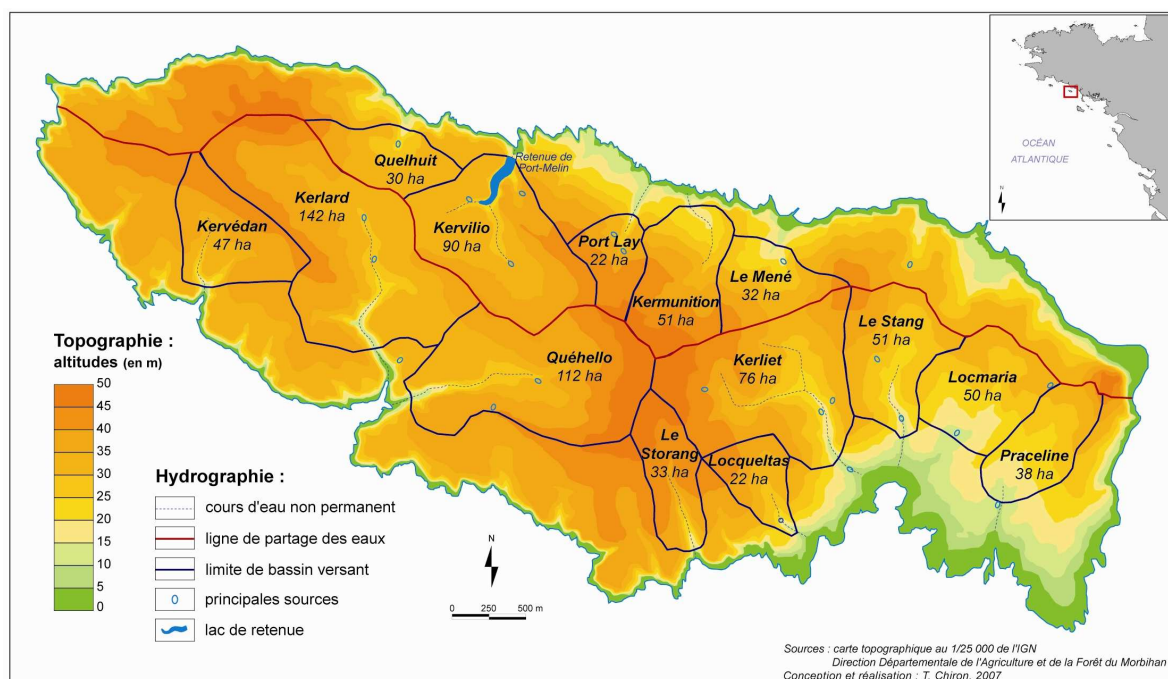
Bien que plus petite (8 km de long sur 3 à 4 km de large), l'île de Groix présente la même particularité topographique que Belle-Île. Groix forme un plateau orienté est-ouest, d'altitude moyenne de quelque 35 à 40 mètres et culminant à 48 mètres à son extrémité ouest, près du Fort du Grognon. Sa côte au vent est constituée de falaises hautes et escarpées, alors que la partie sous le vent est en pente plus douce. La particularité topographique de l'île de Groix est de disposer de vallons qui entaillent profondément le plateau selon une orientation globalement nord-sud (Hallégouët et Goraguer, 1986).

Tableau 4.2 : Caractérisation des principaux bassins versants de l'île de Groix.

<i>Nom du BV</i>	<i>Exploitation</i>	<i>Surface (ha)</i>	<i>Nature géologique</i>	<i>Longueur talweg (m)</i>	<i>Pente moyenne (%)</i>
Kerlivio	oui	90	micaschistes	870	4
Kerlard	abandonné	140	idem	1 200	2,5
Quéhello	non	110	idem	1 000	3,9
Le Storang	non	35	idem	540	5,5
Locqueltas	non	22	idem	330	9
Kerliet	non	75	idem	1 475	2,7
Le Stang	non	50	idem	750	3,3
Praceline	non	40	idem	300	4,8
Total	1	560			

A l'instar de Belle-Île, le réseau hydrographique de l'île de Groix est constitué de petits cours d'eau non pérennes, drainant de courts vallons encaissés (fig.4.10). L'orientation des deux îles est la même, globalement W-E, leurs écoulements hydrographiques se faisant préférentiellement perpendiculairement à cette direction, soit nord-sud. La ligne de partage des eaux de Groix suit une direction W-E en scindant l'île en deux ensembles hydrographiques distincts, comme à Belle-Île. Ainsi, un premier ensemble regroupe les bassins versants de la côte « au vent », orientée sud-ouest, un second comprend quasi exclusivement un bassin versant dont l'exutoire est localisé sur la côte « sous le « vent », orientée nord-est. Actuellement, le potentiel hydrologique exploité sur l'île n'est constitué que de ce bassin versant protégé : la vallon de Kerlivio dans lequel a été construit un barrage de retenue. Les pentes de la côte septentrionale et orientale de Groix sont généralement moins importantes que sur la partie exposée au sud-ouest, caractérisée par des falaises d'une trentaine de mètres de hauteur. Le bassin versant de Kerlivio, du nom du hameau qui le surplombe sur son flanc occidental, couvre une superficie de 107 hectares ; le plus long talweg atteint 870 mètres, avec une pente moyenne de 4 %. Il prend naissance sur le plateau sommital à une altitude de 35 mètres. Son encaissement n'est pas très profond puisqu'il n'est que d'une quinzaine de mètres, les pentes des versants restant assez raides, comprises entre 15 et 30 %. La carte à 1/25 000 de l'I.G.N. mentionne la présence sur ce bassin versant de trois sources ou fontaines à une altitude 30 mètres : elles témoignent de l'existence de résurgences alimentées par des écoulements de subsurface dans la partie sommitale de l'île.

Figure 4.11 : Carte des bassins versants de l'île de Groix.



Les autres bassins versants sont localisés dans la partie méridionale de l'île. Ils sont au nombre de sept, d'extension variable. Le plus vaste de tous est le vallon de Kerlard, du nom du hameau situé sur son versant ouest : sa superficie est de 142 hectares. Il est drainé par un cours d'eau non pérenne qui naît lui aussi sur le plateau, à une altitude de 30 mètres. Sa longueur avoisine 1 200 mètres et sa pente moyenne est assez faible comparée aux autres bassins talwegs de l'île : 2,5 %. Cette fois encore deux sources ou fontaines sont à signaler, à des altitudes proches de 30 mètres. De manière générale, les talwegs groisillons sont plus pentus que ceux de Belle-Île : ils dépassent tous 2 %, voire 3 %, alors qu'ils sont de l'ordre de 1,5 % à Belle-Île. Les autres bassins versants topographiques de la partie méridionale de l'île sont de faible extension, quelques dizaines d'hectares seulement. Les talwegs qui les drainent sont encore plus pentus, le vallon de Locqueltas présentant une pente moyenne de 9 %. Ce dernier est très court et très petit, avec une altitude sommitale de 30 mètres. Une fontaine est localisée près du village du même nom.

Le fond des vallons est tapissé de formations alluvionnaires rovenant du plateau micaschisteux qui constitue l'île. La largeur des dépôts varie de quelques dizaines de mètres à quelque deux cents mètres dans les parties de vallon les plus larges. L'I.G.N. recense vingt-trois fontaines ou sources sur le territoire groisillon. Elles sont presque toutes localisées à une altitude supérieure à 25 mètres, à l'exception de celles situées dans la partie sud-est de l'île, dans le village de Locmaria et dans le hameau de Praceline. La plupart des hameaux et des villages de l'île se trouvent à proximité de ces résurgences, en tête ou sur les flancs des vallons.

2.2.3. Ouessant

Le contexte ouessantien est différent des deux précédents, la géologie de l'île expliquant cette différence. Sa morphologie est liée à la nature structurale : la topographie est caractérisée par trois unités géologiques allongées distinctes ouest-sud-ouest/est-nord-est. L'ensemble constitue un plateau basculé de l'est vers l'ouest avec une altitude moyenne de 25 mètres environ, culminant à 64 mètres près du phare du Stiff à l'est.

L'unité géologique centrale s'inscrit en dépression des unités granitiques qui la bordent et qui forment les presqu'îles de Feunteun Velen au sud-ouest et de Pern au nord-ouest. Elle constitue ainsi un vallon central principal débouchant dans la baie de Lampaul, ainsi qu'un vallon secondaire plus méridional et parallèle au premier débouchant sur la plage de Corz. De rares et courts vallons peu encaissés sont également présents, parmi lesquels il faut citer Kernevez dans la presqu'île de Pern et Arlan au sud-est de l'île.

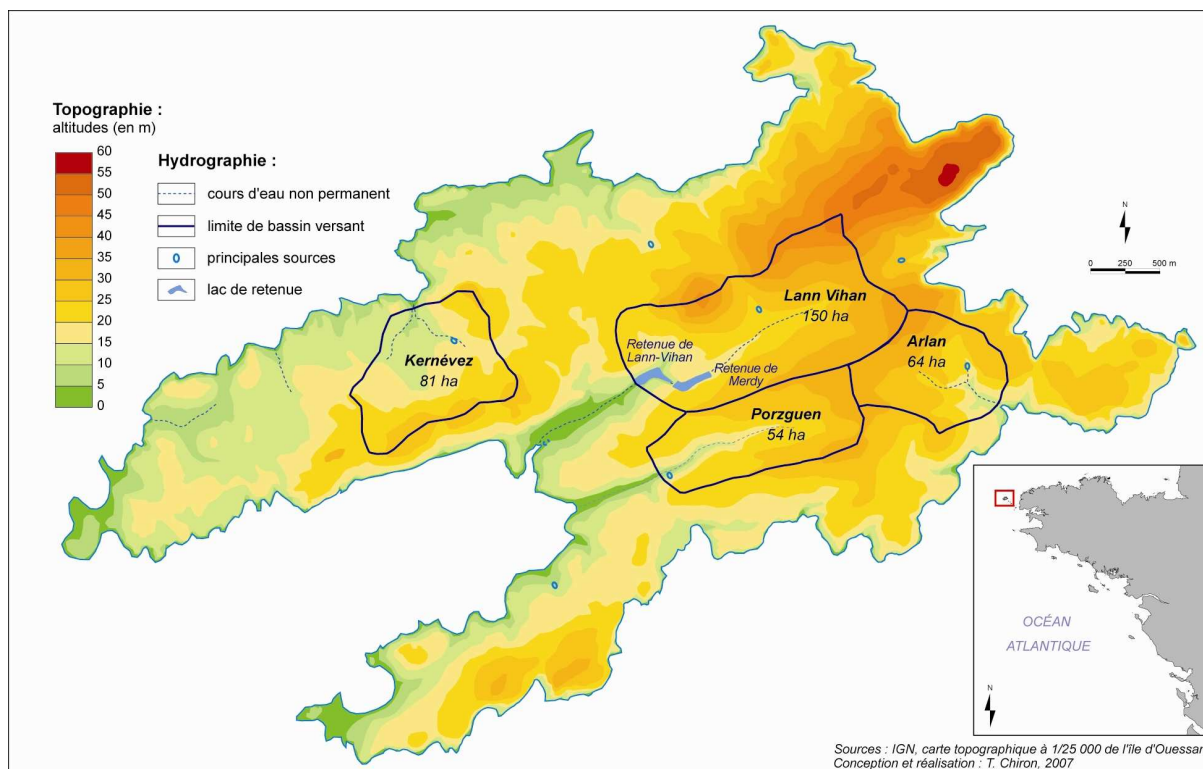
L'île d'Ouessant (1 558 ha) compte ainsi quatre bassins versants possédant une superficie de cinquante hectares. La plus grande des deux dépressions centrales couvre 157 hectares et abrite les deux réserves collinaires de l'île actuellement utilisées pour la production d'eau potable : les retenues de Lann Vihan et du Merdy, des noms des hameaux qui les surplombent de part et d'autre du vallon. Le second vallon « intérieur » est parallèle au premier, situé dans l'autre dépression schisteuse plus au sud. Les talwegs ont des longueurs respectives de quelque 2 300 et 2 000 mètres, et présentent des pentes modestes, de l'ordre de 1,5 %, prenant naissance à une altitude de 30 mètres. Ces deux vallons ne sont pas véritablement encaissés et se contentent de drainer les dépressions naturelles de l'île. Leur aval est cependant marqué par des flancs un peu plus pentus, aux abords des hameaux de Lann Vihan et Porsguen, à la faveur d'une érosion plus active des cours d'eau dont l'abondance est plus soutenue. Les pentes sont, quoi qu'il en soit, moins importantes que dans les cas bellilois ou groisillons : elles sont de l'ordre de 10 à 12 % seulement, contre une vingtaine à Belle-Île et Groix.

Tableau 4.3 : Caractérisation des bassins versants de l'île d'Ouessant.

<i>Nom du BV</i>	<i>Exploitation</i>	<i>Nature géologique</i>	<i>Surface (ha)</i>	<i>Longueur talweg (m)</i>	<i>Pente moyenne (%)</i>
Lann Vihan	oui	Granite et micaschiste	150	2 300	1,3
Porsguen	non	micaschiste	55	2 000	1,5
Arlan	non	Granite	65	675	4,5
Kernevez	non	granite	80	600	5
Total	1		350		

Les deux autres bassins versants sont de taille intermédiaire par rapport aux précédents, avec respectivement 64 et 81 hectares pour le vallon d'Arlan et celui de Kernevez. Leur morphologie est très différente : ils sont situés de part et d'autre de la partie centrale schisteuse inscrite en dépression ; leurs talwegs suivent cette fois une direction nord-sud et sont nettement plus courts : quelque 600 mètres environ. Voisines de 5 %, les pentes de ces vallons littoraux sont également plus prononcées que celles des vallons intérieurs. Les résurgences de sources sont marquées par la présence de fontaines et d'un très beau lavoir à Arlan. Les quatre bassins versants ouessantins ont des altitudes maximales de 30 mètres, et les vallons qui les drainent sont également tapissés d'alluvions récentes.

Figure 4.12 : Carte des bassins versants de l'île d'Ouessant.



2.3. Les petites îles

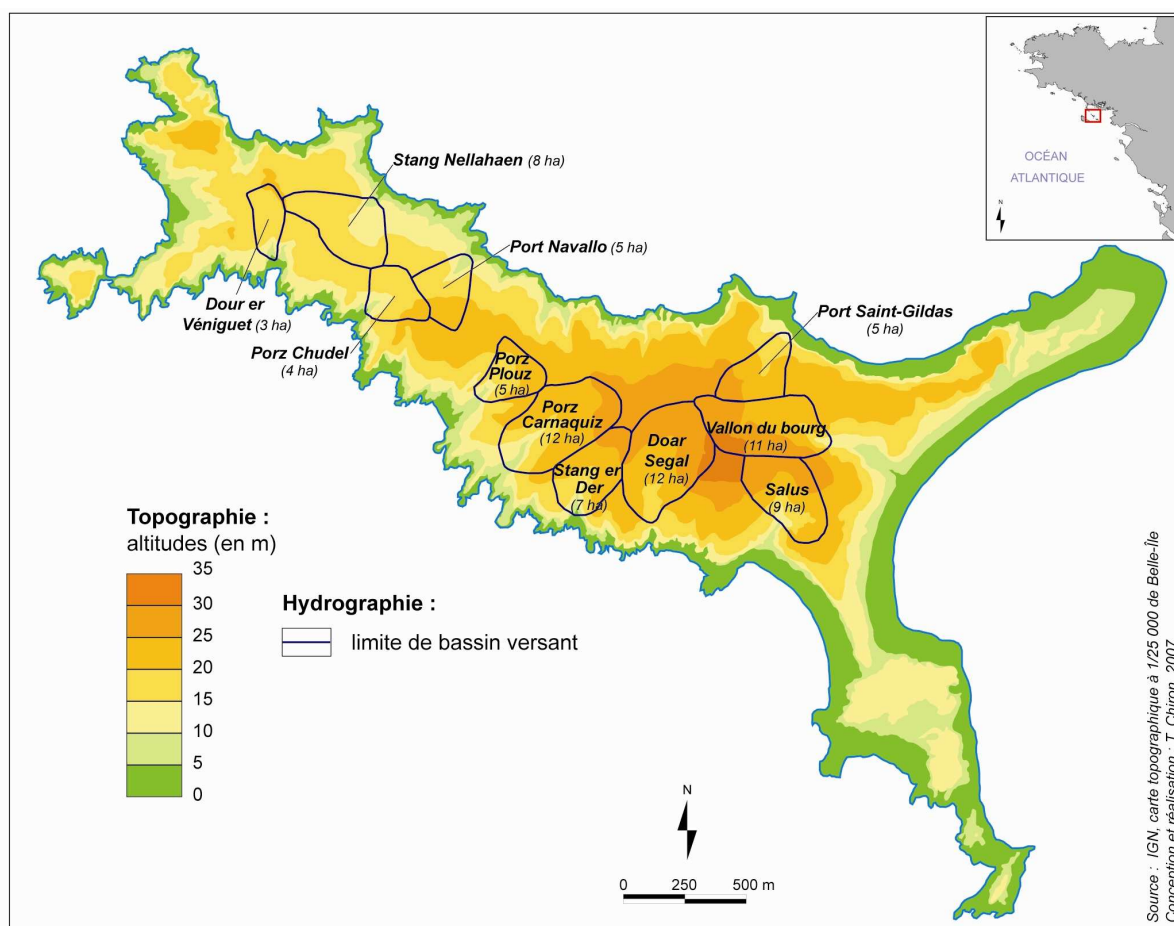
2.3.1. Les micro vallons houatais

L'île de Houat est la quatrième île étudiée ; elle se présente comme un petit plateau granitique de forme très allongée dans la direction nord-ouest sud-est. Sa topographie est propice à la formation d'un réseau hydrographique qui reste embryonnaire compte tenu des dimensions modestes de l'île : 4,5 km de long, pour une largeur variant de 500 à 1 200 m. Ce plateau a une altitude moyenne de 25 m et possède de nombreux petits vallons suspendus : une petite vingtaine, dont neuf aboutissent à la mer (Brigand, 2000). Historiquement, ils ont pu être exploités pour l'alimentation en eau potable, principalement pour les animaux. La toponymie rappelle pour l'un cette vocation hydrique : *dour er Véniguet* signifie « eau bénite » en breton. Il n'y a aucun cours d'eau pérenne sur Houat. Toutefois, après des périodes pluvieuses, un écoulement des eaux peut être observé pendant plusieurs jours, le long de petits talwegs débouchant à la mer dans de petites criques (Porz Plouz, Porz Chudel) et par les fracturations dans la roche (Port Navallo). Dans certains secteurs de l'île, les terrains superficiels peuvent être humides, voire marécageux : secteur de la Plaine, site de l'ancien lavoir au sud-est du bourg. Les discussions avec les îliens ont révélé l'existence d'un étang en lieu et place de l'actuelle épicerie, à l'entrée ouest du bourg.

Tableau 4.4 : Caractérisation des bassins versants de l'île de Houat.

<i>Nom du BV</i>	<i>Exploitation</i>	<i>Surface (ha)</i>	<i>Altitude maximale (m)</i>
Dour er Véniguet	abandonné	3	25
Porz Chudel	abandonné	4,5	25
Porz Plouz	abandonné	4,5	25
Stang er Der	abandonné	7	30
Salus	oui	9	30
Est bourg	non	11	35
Port St Gildas	non	5,5	30
Port Navallo	non	4,5	25
Stang Nellahaen	non	8,5	25
Total	1	57,5	

Figure 4.13 : Carte des bassins versants de l'île de Houat.



Les vallons houatais prennent naissance sur le plateau sommital de l'île, à 25 mètres d'altitude, et s'orientent perpendiculairement à l'axe de ce dernier. Ils présentent, par conséquent, des extensions surfaciques très restreintes, à peine quelques hectares. Leurs pentes sont de l'ordre de 10 % et les talwegs généralement secs et encaissés,

dessinant les petits vallons caractéristiques de la topographie insulaire. Le plus grand bassin versant est celui situé à l'est du bourg : il couvre une superficie de 11 hectares et est le seul qui est orienté dans l'axe longitudinal de l'île. Il était autrefois exploité par un puits et un lavoir aujourd'hui désaffectés. Enfin, le bassin versant de la source du Salus est à l'origine d'une résurgence historique toujours exploitée. Il bénéficie, comme le précédent, du pouvoir capacitif des accumulations sédimentaires qui le recouvrent.

2.3.2. Les îles basses

La topographie de l'île d'Hoëdic est très différente de celle de ces voisines Belle-Île et Houat, et se rapproche plus de celle de Molène. Hoëdic est une île basse, culminant à 20 mètres mais dont l'altitude moyenne est d'une dizaine de mètres. La présence de trois étangs, deux au sud de l'île, le troisième au nord, est associée à deux dépressions topographiques naturelles envahies par des eaux douces, voire saumâtres, et caractérisées par leurs roselières jadis exploitées pour les toitures. Un cordon dunaire ferme le plus grand étang au sud. Comme pour l'île de Houat, les phénomènes hydrologiques de surface sont très certainement négligeables, les eaux s'infiltrant dans les dunes mortes du Quaternaire. Les résurgences et puits à l'ouest et au nord de l'île se situent à l'interface du socle et de ces accumulations sédimentaires capacitatives, témoignant des écoulements de subsurface de l'eau infiltrée. Les îles de Molène et Sein ne possèdent pas de bassins hydrographiques : leur exiguïté spatiale et leur morphologie ne permettent pas l'installation d'écoulements intermittents.

2.4. Le potentiel hydrologique superficiel

2.4.1. Estimation des volumes drainés

Compte tenu de la nature géologique générale de socle des îles étudiées, les réserves aquifères sont limitées aux réseaux de fractures et aux zones altérées associées. En l'absence de milieu capacitif telles que des accumulations sédimentaires, leur alimentation est restreinte à l'aire contiguë de ces bandes fracturées. Le bassin versant topographique reste ainsi l'unité spatiale hydrologique privilégiée pour l'estimation des volumes d'eau effectivement écoulés en surface, arguant d'un ruissellement majoritaire, voire exclusif, des pluies efficaces sur les îles de Belle-Île et Ouessant. Pour cette dernière, dans son rapport pour la procédure de protection des prises d'eau du Merdy et de Lann Vihan, daté de novembre 2000, l'hydrogéologue agréé mentionne que le bassin versant central de l'île est susceptible de drainer 300 000 m³/an compte tenu des 200 mm des pluies efficaces calculées par excès et de la surface du bassin versant de 150 ha³³. Ces chiffres plaident pour une mobilisation intégrale des plus efficaces pour le ruissellement ou les écoulements de subsurface, restitués à l'exutoire du bassin versant. En outre, il précise que le contexte granitique et tourbeux explique les fortes teneurs en matière organique, manganèse et chlorures dus aux embruns des eaux de surface et souterraines d'Ouessant ; le lessivage des complexes organométalliques est notoire vers l'eau souterraine, puis l'eau brute de surface.

Les exutoires des bassins versants constituent des points névralgiques par lesquels s'écoulent, en première approximation, les volumes précipités à leur surface. Ils

³³ Rapport de l'hydrogéologue agréé pour la procédure de protection de la prise d'eau du Merdy, novembre 2000, île d'Ouessant.

sont facilement calculables pour une année hydrologique, connaissant les hauteurs de précipitations efficaces et la surface des bassins versants :

$$V_e = P_{eff} * S_{BV} * R_e * 10,$$

avec :

V_e : le volume annuel écoulé à l'exutoire du bassin versant considéré (m^3/an),

P_{eff} : la hauteur des pluies efficaces annuelles (mm/an),

S_{BV} : la surface du bassin versant (ha),

R_e : le coefficient de ruissellement.

Le coefficient de ruissellement R est variable selon les îles : l'hydrogéologue agréé du Finistère l'estime à 1 pour Ouessant par exemple³⁴, l'étude hydrogéologique de l'île de Houat en 2004 équilibre approximativement infiltrations et ruissellements, soit un coefficient de ruissellement proche de 0,5³⁵. En l'absence de mesures de terrain (limnigraphes), et compte tenu de l'imperméabilité par défaut, arguant ainsi pour un ruissellement et une infiltration intégrale des pluies efficaces. Le modèle pluie-débit de Belle-Île présenté par la suite semble corroborer la pertinence de cette approximation qui, *a priori* grossière, n'en reste pas moins acceptable.

2.4.2. Potentiel superficiel moyen des îles continentales

Les volumes moyens estimés sont finalement importants mais très contrastés (tab.4.5). Ainsi, le potentiel hydrologique bellilois atteint près de deux millions de m^3 annuels, soit respectivement 7 et 13 fois plus qu'à Ouessant et Groix. Sur cette dernière, le potentiel superficiel exploité se limite au seul vallon de Kerlivio, lequel est susceptible de capter environ 150 000 m^3 annuels en année moyenne, ce qui ne représente que 16 % du potentiel total de l'île. Pour l'île d'Ouessant, il faut retenir la valeur moyenne de 276 000 m^3 annuels écoulés à l'exutoire du bassin versant principal de Lann Vihan (« petite lande » en breton), corroborant les chiffres de l'hydrogéologue : la différence observée provient de la surestimation des pluies efficaces à 200 mm au lieu des 184 mm calculés précédemment³⁶. Le vallon de Lann Vihan représente près de la moitié du potentiel hydrologique de l'île, avec 43 % de la surface totale des bassins versants identifiés (tab.4.5). Le bassin voisin de Porsguen est nettement plus petit et, par conséquent, moins productif ; son exploitation représente, quoi qu'il en soit, un potentiel moyen d'écoulement annuel de 97 000 m^3 , ce qui correspondrait à une augmentation de 34 % du potentiel hydrologique actuellement exploité. Sur Belle-Île enfin, au début de l'année 2005, seul un quart de la surface des bassins versants est effectivement capté à l'aide d'infrastructures de pompages et de stockage des eaux de ruissellement. Autrement dit, plus des trois quarts des eaux qui ruissellent à la surface des bassins versants bellilois sont perdus et s'écoulent directement vers la mer ; ces pertes sont respectivement de 57 % et 84 % à Ouessant et Groix.

³⁴ Rapport de l'hydrogéologue agréé pour la procédure de protection de la prise d'eau du Merdy, novembre 2000, île d'Ouessant.

³⁵ SOGREAH-PRAUD, 2004

³⁶ Voir chapitre 3

Tableau 4.5 : Diagnostic de la ressource hydrique superficielle des îles autonomes.

<i>Île</i>	<i>Pluies efficaces annuelles (mm)³⁷</i>	<i>Nombre de bassins versants captés</i>	<i>Surface des bassins versants captés (ha)</i>	<i>Volumes écoulés aux exutoires (m³/an)</i>	<i>Part des eaux captées (%)³⁸</i>
Ouessant	184	1	150	276 000	43
Groix	164	1	90	147 600	16
Belle-Île	201	4	980	1 969 800	23
Molène	715 ⁽¹⁾	impluviums	0,57	3 056	-

⁽¹⁾ calcul avec les hauteurs de précipitations annuelles.

Les chiffres sont encore plus éloquentes lorsque sont comparés les volumes précipités à la surface des trois îles et les volumes potentiellement captés aux exutoires des bassins versants (tab.4.6) : ne sont ainsi réellement mobilisables qu'entre 1,3 et 3,3 % de la lame d'eau précipitée annuellement. Si la majeure partie de cette eau est remobilisée par l'évapotranspiration et l'évaporation, une grande part des surplus hydrologiques hivernaux est perdue.

Il convient d'ajouter au panel précédent le cas particulier de Molène où la construction de deux impluviums couplés à des citernes de stockage constitue un potentiel hydrologique de surface non négligeable. Les surfaces imperméabilisées sont de 4 900 m² et 800 m² : compte tenu de la pluviométrie annuelle moyenne (715 mm), il est possible d'estimer le volume qui ruisselle à la surface des impluviums. Le rendement admissible est de l'ordre de 75 %, les pertes étant dues au temps d'humidification de la zone et à l'évaporation (Chéron et Puzenat, 2004). Ce sont ainsi 3 000 m³ qui peuvent en moyenne être annuellement collectés et stockés dans des citernes d'une capacité totale de 1 750 m³ (tab.4.5).

Tableau 4.6 : Potentiel hydrologique superficiel exploité sur les îles de Ouessant, Groix et Belle-Île.

<i>Île</i>	<i>Précipitations annuelles moyennes (mm)</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Volume total précipité (10³ m³/an)</i>	<i>Part des précipitations mobilisables aux exutoires (%)³⁹</i>
Ouessant	715	1 560	11 154	2,5
Groix	771	1 480	11 411	1,3
Belle-Île	688	8 560	58 893	3,3
Molène	715	75	402	0,76

³⁷ Moyenne 1966-2005, voir chapitre 3.

³⁸ Par rapport à la surface totale des bassins versants topographiques.

³⁹ Rapport des volumes écoulés aux exutoires des bassins versants captés avec les volumes précipités à la surface de l'île.

* *
*

Le fait majeur de l'hydrologie insulaire est l'absence totale de cours d'eau pérennes sur toutes les îles, même les plus grandes. Les ruisseaux, qui peuvent abonder en hiver sous l'effet des pluies efficaces, s'assèchent irrémédiablement au cours du printemps au profit d'une forte évapotranspiration. En outre, le contexte géologique, conjugué aux faibles superficies des îles, explique cette singularité hydrographique : les étiages ne sont pas soutenus par des réserves aquifères, celles-ci n'existant quasiment pas. La saisonnalité du bilan hydrologique est donc primordiale dans le fonctionnement des hydrosystèmes insulaires : le potentiel hydrologique est concentré sur le premier semestre hydrologique. Il est aussi directement fonction des équipements infrastructurels dans les bassins versants : retenues collinaires et stations de pompage, capables de mobiliser et stocker les volumes écoulés. Ces équipements sont également des facteurs structurels limités par leurs capacités nominales : ainsi les retenues artificielles des îles de Ouessant, Groix et Belle-Île ont des capacités de stockage respectives de 55 000 m³, 150 000 m³ et 850 000 m³.

Historiquement, les eaux souterraines constituaient les ressources hydriques utilisées par les insulaires : au mieux, les sources ne tarissaient pas en été, alimentées par les réservoirs souterrains de fracture ou des petits milieux capacitifs superficiels, formés d'accumulations sédimentaires quaternaires ; ces sources peuvent cependant tarir lors des étés les plus secs. Si, jusque dans les années 1970 et la sécheresse de 1976 particulièrement, le dogme hydrogéologique postulait l'absence de réserves aquifères exploitables en milieu de socle, les recherches et l'amélioration des techniques de forage ont permis la mise en exploitation de petits aquifères, sur certaines îles bretonnes notamment.

3. Quelles ressources hydrogéologiques sur les îles bretonnes ?

3.1. Des contextes régionaux et locaux *a priori* défavorables

3.1.1. L'échelle régionale : une découverte tardive des ressources souterraines

Le tiers du territoire métropolitain français est constitué de socle (Massif Central, Vendée, Bretagne, Vosges, Ardennes, Maures, Estérel...), régions où les roches plutoniques et métamorphiques sont très peu perméables. Les nappes sont généralement peu étendues et se limitent aux manteaux d'altération (arènes) et aux dépôts alluviaux, ainsi qu'aux zones fracturées et fissurées. Les ressources en eau y sont donc faibles, ce qui a eu pour conséquence historique la dispersion de l'habitat. Dans ces régions, il faut avoir recours aux eaux de surface pour avoir des débits importants. Jusque dans les années 1970, il était admis que les massifs anciens ne contenaient aucune ressource en eaux souterraines, du fait du caractère imperméable des roches qui les composent (tab.4.7). Intrinsèquement, les granites, gneiss et roches métamorphiques tels que les schistes présentent effectivement des porosités d'interstices très faibles, la porosité d'une roche correspondant à un certain pourcentage de vides pouvant être occupé par un fluide tel que l'eau. Inversement, les tufs volcaniques et les sables contiennent une importante part de vides et constituent ainsi des réservoirs aquifères grâce à leur pouvoir capacitif. Pourtant, un cas particulier de vide dans les roches compactes est la fissuration, obtenue par le jeu de la tectonique et qui peut se décliner sous forme de failles, fissures ou diaclases. Ce sont justement ces accidents géologiques qui vont former des réservoirs hydrogéologiques exploitables, en Bretagne notamment et dans quelques îles en particulier.

Tableau 4.7 : Ordres de grandeur de la porosité d'interstices.

<i>Nature géologique</i>	<i>Valeur de porosité d'interstices</i>
Granites et gneiss non altérés	0,02 à 1,8 %
Quartzites	0,8 %
Schistes, ardoises et micaschistes	0,5 à 7,5 %
Tufs volcaniques	30 à 40 %
Sables	15 à 48 %

D'après de Marsily, 1996.

La sécheresse de 1976, durement ressentie en Bretagne, a souligné la criticité des ressources en eau superficielle de cette région : l'image du « toit d'ardoise » qui lui était classiquement appliquée a dû être quelque peu modifiée : « La période de sécheresse de l'été 76 a été la cause d'une « première vague » importante de forages » (Quété et Chauvel, 1977). L'amélioration et le développement des techniques de forage (marteau fond de trou) ont permis de mettre en évidence la présence de fractures conductrices dans lesquelles circule suffisamment d'eau pour développer son exploitation. De nombreux puits ont ainsi été installés avec de bons résultats d'exploitation. En Bretagne, 20 % de l'alimentation en eau potable est aujourd'hui assurée par les eaux souterraines. Très

souvent, il s'agit de petits aquifères dont la productivité est généralement faible : 400 à 1 000 m³/j (Touchart, 1999). Deux types d'aquifères peuvent être distingués en Bretagne : les bassins tertiaires et les roches fracturées.

Les premiers sont majoritairement localisés dans la partie orientale du Massif armoricain. Ils sont petits et superficiels ; leur épaisseur varie, pouvant atteindre quelques dizaines de mètres. Ils sont composés de faluns (sable coquillier) ou de sables siliceux plus ou moins argileux. Ces milieux ont la particularité d'avoir des porosités et des perméabilités très importantes (de Marsily, 1986 ; Castany, 1982). Ces aquifères sont très productifs ; cependant, en raison des circulations rapides, les réserves en eau sont limitées et la réalimentation est fortement dépendante de la pluviométrie. De plus, leur forte perméabilité les rend très vulnérables aux pollutions superficielles.

La nature géologique de la Bretagne induit inévitablement la prédominance du deuxième type d'aquifères de socle, contenus dans les zones de fracturation des roches. Deux ensembles se superposent, induisant l'existence de deux aquifères différents :

- un aquifère superficiel caractérisé par une « perméabilité de pore » : la texture limono-argileuse qui caractérise le plus souvent ces formations superficielles implique des paramètres hydrogéologiques médiocres et aggravés par le faible volume de l'eau emmagasinée (extension limitée de l'aquifère) ;
- un aquifère profond caractérisé par une « perméabilité de fissure » : cet aquifère est lié à la nature du substratum rocheux et à son degré de fissuration. Dans ces conditions, certains ensembles géologiques (grès, granite, roches métamorphiques grossières..., couloirs de fracturation) possèdent de bonnes caractéristiques hydrogéologiques et sont susceptibles d'être exploitées avec profit.

La nappe la plus couramment captée correspond à la nappe superficielle (ou nappe phréatique). Jusqu'à la fin des années 1970, la grande majorité des puits utilisés par les particuliers et les collectivités ont des profondeurs ne dépassant pas la dizaine de mètres ; ils sont ainsi très sensibles aux fluctuations saisonnières du niveau de la nappe dont l'amplitude normale est de l'ordre de quelques mètres. En cas de sécheresse prononcée, la nappe suspendue contenue dans le manteau meuble superficiel peut s'assécher totalement (Quété et Chauvel, 1977).

Pour l'aquifère profond, les fractures sont généralement verticales, localisées au niveau de zones de contact entre deux lithologies différentes, voire au sein d'une même formation géologique du fait de l'influence de la tectonique. Ce type d'aquifère est composé d'un manteau d'altérites en surface, qui représente la fonction capacitive, et d'un réseau de fractures, de pendage principalement vertical et de faible extension latérale, qui assure la fonction conductrice. Le plus souvent, les extensions hydrogéologiques se limitent à la zone de contact induisant une surface de recharge limitée. Les capacités de recharge sont fonction de l'épaisseur d'altération, de la présence ou non d'argiles dans les altérites, et des conditions météorologiques locales (pluviométrie, évaporation). L'exploitation de l'eau souterraine est possible si la fracturation est suffisante, ouverte et étendue, relayée par tout un réseau de fissures et de préférence surmontée par des niveaux altérés jouant un rôle capacitif. « L'aire d'alimentation de ces réservoirs par la fraction de l'eau de pluie qui s'infiltré est généralement d'extension limitée aux quelques dizaines d'hectares qui les surplombent directement » (Audren *et al.*, 1993).

3.1.2. Aquifères côtiers et insulaires : une exploitation contraignante

Les aquifères qui peuvent être présents sur les littoraux et les îles sont souvent menacés par les intrusions d'eau salée du fait de leur proximité avec la mer. Le principe qui régit le fonctionnement hydrodynamique des ressources aquifères est celui de Ghyben-Herzberg. Il repose sur le simple fait que l'eau douce météorique qui ruisselle et s'infiltre à la surface de l'île, de densité égale à 1, est plus « légère » que l'eau salée de densité égale à 1,025 en moyenne. Ainsi, l'eau infiltrée « flotte » littéralement sur l'eau salée d'origine marine : une réserve hydrique se constitue ainsi, formant une lentille d'eau douce appelée aussi lentille de Ghyben-Herzberg. Une équation mathématique simple, fondée sur les valeurs de densité de l'eau, permet de localiser l'interface théorique eau douce - eau de mer en fonction du niveau piézométrique de la nappe :

$$h_s = \frac{h_f}{d_s - d_f},$$

où :

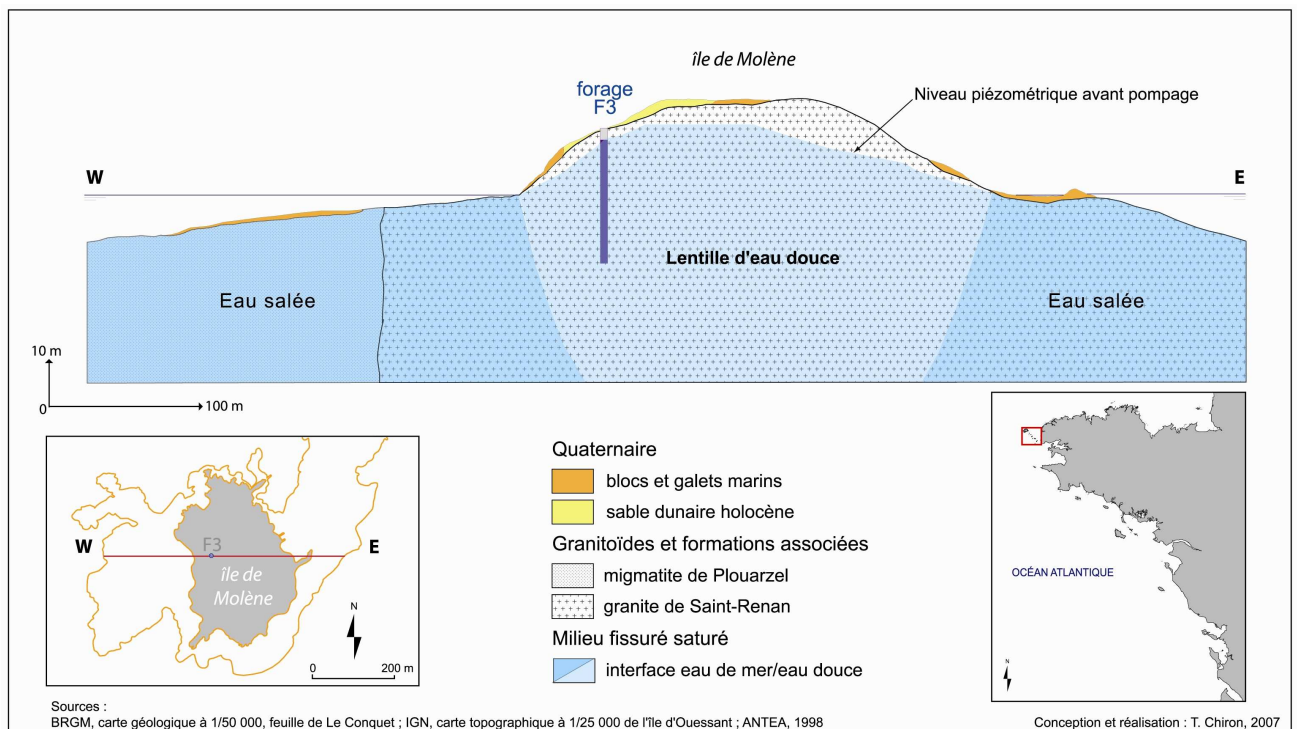
h_s est la profondeur d'eau douce sous le niveau de la mer,

h_f est l'altitude de l'eau douce aquifère au-dessus du niveau de la mer,

e_s et e_f sont les densités respectives de l'eau salée et de l'eau douce.

Il est ainsi admis que pour un niveau piézométrique de + 1 m, la lentille de Ghyben-Herzberg est profonde de 40 m. Lors de l'exploitation de ces ressources, l'abattement de la nappe induit par le pompage doit être contrôlé, une baisse du niveau piézométrique de 1 m engendrant une remontée possible de l'interface avec l'eau de mer de 40 m.

Figure 4.14 : Schéma de la lentille de Ghyben-Herzberg : exemple de l'île de Molène.



3.2. Des îles à très faible potentiel hydrogéologique

Les zones de fracturation et d'altération sont importantes pour la recherche des réserves hydrologiques et hydrogéologiques. La lecture des photos aériennes, des cartes topographiques et géologiques est un préalable pour le repérage des failles, fractures majeures et accidents géologiques susceptibles de constituer des réserves d'eau souterraine. Très peu d'îles du Ponant sont ainsi pourvues d'un potentiel aquifère intéressant ou avéré ; la majorité présente des ressources souterraines exploitables à des fins d'alimentation en eau potable.

L'île de Sein ne possède pas d'aquifère étendu : il est limité à une mince lentille d'eau douce, voire saumâtre, « posée » sur l'eau de mer plus dense (principe de Ghyben-Herzberg). La très faible superficie de l'île, conjuguée à sa morphologie étirée et une altitude moyenne de quelque trois mètres, restreint considérablement le potentiel aquifère sénan : « La nappe de Ghyben-Herzberg, contenue dans la plage ancienne qui constitue l'île, est tout de suite épuisée ou remplacée par de l'eau saumâtre si on l'exploite » (Guilcher, 1977). Cette ressource a cependant été exploitée jusque dans la première moitié du XX^e siècle avec trois puits connus sur l'île. Les puits communaux du Lenn (bassin ou lavoir en breton) et du Poull (lavoir en breton), aujourd'hui bouchés, et le puits Saint-Guérolé toujours existant dans le centre du bourg témoignent de cette exploitation ancienne⁴⁰. Le puits Saint-Guérolé est un puits à escalier de construction ancienne destiné à écrémer l'eau au lieu de la puiser avec un seau du haut de la margelle⁴¹. Le niveau piézométrique variait en fonction de la marée et l'eau était généralement saumâtre, l'épaisseur de la lentille d'eau douce étant très mince, d'où la nécessité d' « écrémer » en

⁴⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 14 juin 1903.

⁴¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 8 février 2001.

la puisant. Les eaux souterraines de Sein sont donc caractérisées par leur vulnérabilité aux intrusions salines et leurs salinités d'ailleurs élevées. Le contexte sénan est similaire à celui des îles à accumulations sédimentaires de l'archipel des Glénan, sur lesquelles les réserves aquifères sont limitées à une fine lentille d'eau douce, très vulnérable aux intrusions d'eau salée.

Parmi les autres îles, Grande-île dans l'archipel de Chausey ne présente pas de potentiel aquifère avéré. Dans la région couverte par la feuille géologique de Granville à 1/50 000, les aquifères n'existent pas sauf sur la zone côtière et dans les quelques vallées comblées par les alluvions quaternaires qui forment un milieu capacitif. Les sources captées ont pour origine les fissures des conglomérats et grès grossiers du Cambrien. En général, l'imperméabilité des terrains du Briovérien engendre localement de nombreuses sources et puits aux débits faibles et variables. « Ces ressources locales ne permettent pas de faire face aux besoins exacerbés des communes côtières en période estivale » (Doré *et al.*, 1988). Granville est d'ailleurs alimentée en eau grâce à des prises d'eau sur le ruisseau du Thar (800 m³/j à l'étiage), au hameau du Thar et au Pont-de-Lézeaux, et s'interroge sur les perspectives futures de dessalement de l'eau de mer. Les granodiorites de l'île sont peu altérées, limitant le potentiel hydrogéologique de l'île. La présence historique de fontaines et de lavoirs témoigne cependant de ruissellements en subsurface et dans des réseaux de failles peu profonds dont les résurgences forment des petites sources localisées dans la falaise située sous le phare et dans le vallon central de l'île, « le bocage ».

Sur l'île d'Ouessant, les ressources souterraines semblent limitées. D'après la carte géologique à 1/50 000, la géologie de subsurface qui forme l'assise pédologique constitue le milieu aquifère : il s'appuie sur les formations arénisées ou simplement fissurées parfois identifiées par puits ou forages en coiffe de granites. Par le passé, de nombreux puits creusés dans les altérites et les fontaines littorales exploitaient cette ressource souterraine en eau et contribuaient, avec les citernes, aux besoins des nombreuses petites fermes notamment. Afin de s'affranchir de la mauvaise qualité des eaux de surface et d'avoir des débits suffisants couvrant les besoins journaliers hivernaux au moins aux trois quarts, une campagne de sondages prospectifs jusqu'à 130 m de profondeur a été menée à l'automne 1995. Les résultats sont mitigés : la partie aquifère exploitable se situerait à une trentaine de mètres, dans la partie arénisée des granites. Cependant, des études complémentaires sont nécessaires pour garantir la viabilité d'une solution qui paraît pour le moins complexe, et cela en évitant toute flambée du prix de l'eau⁴². En 1883, dans sa *Topographie médicale de l'île d'Ouessant*, P. Bohéas ne manquait pas de souligner son étonnement quant à l'abondance des sources sur l'île.

Belle-Île, enfin, présente un contexte géologique très défavorable à un potentiel d'eaux souterraines intéressant avec des roches volcano-sédimentaires imperméables, ne pouvant constituer des réservoirs suffisamment grands pour être exploités. Les écoulements de subsurface, dans les horizons de roches altérées, donnent évidemment naissance à des sources captées historiquement sur l'île telles que celle de la Normandie ou celle du Potager. Des recherches hydrogéologiques menées au cours de l'hiver 2006-2007 concluent à l'absence d'aquifère exploitable sur l'île. Les ressources en eau souterraine sont, en revanche, exploitées sur les autres îles : Molène, Groix, Houat et Hoëdic. Ces eaux constituent actuellement l'ensemble ou une partie non négligeable des ressources en eau douce utilisées à des fins de potabilisation.

⁴² Source : documentation de la mairie de l'île d'Ouessant.

3.3. Les îles à potentiel hydrogéologique intéressant

3.3.1. Le petit aquifère molénais

Il est fait état, dans la notice de la feuille géologique du Conquet, de l'absence ou de la rareté de réservoirs aquifères dans les îles, justifiant la construction de citernes à l'île de Molène notamment. Cette dernière possède pourtant un petit aquifère exploité depuis septembre 1989. L'essentiel de la réserve en eau souterraine de l'île est ainsi concentré dans l'horizon de galets et de sables argileux accumulés. La ressource contenue dans le milieu granitique est pratiquement inexploitable sur l'île compte tenu des risques importants d'intrusion d'eau saline : l'étude de la société ANTEA sur les conséquences hydrauliques des pompages montre que les forages sollicitent une circulation dans le réseau de fractures du soubassement granitique. A l'état naturel, la nappe suit pratiquement la topographie de surface : les niveaux d'eau observés dans les deux puits historiques de l'île, le puits du Nord et le puits Saint Ronan, correspondent ainsi aux niveaux piézométriques de la nappe superficielle. L'écoulement de celle-ci est divergent à partir du centre de l'île, son aire d'alimentation concerne principalement la surface de l'île recouverte d'accumulations sédimentaires (ANTEA, 1998).

**Tableau 4.8 : Caractéristiques
d'exploitation des forages de l'île de Molène.**

<i>Désignation</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/h)</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/j)*</i>
Forage F1	1	20
Forage F3	0,5	10
Total	1,5	30

* Temps de fonctionnement journalier : 20 h/j.

Source : ANTEA, 1998.

Si trois forages ont été installés sur l'île, seuls deux sont exploités : F1 et F3. Leurs débits d'exploitation sont faibles : le cumul n'est que de 30 m³/j mais suffisant pour les besoins insulaires actuels. Une seconde étude ANTEA de 2001 mentionne que les volumes annuels exploitables sont de l'ordre de 10 000 m³ : « Les faibles pluies efficaces limitent les possibilités de prélèvement au niveau des forages à environ 10 000 m³/an en moyenne (dans l'hypothèse d'une exploitation en continu sur l'année à un débit de 1,1 m³/h) ». Il serait plus judicieux de tabler sur une exploitation des forages de 20 heures par jour auquel cas le volume annuel exploitable n'atteint que 8 000 m³. Ce chiffre est d'ailleurs celui qui est admis par expérience par la Municipalité qui, lors de la sécheresse de 2003, a constaté une baisse des débits des forages et une augmentation de la salinité des eaux brutes après avoir justement pompé près de 8 000 m³.

3.3.2. L'île de Groix

L'eau souterraine de l'île de Groix est évidemment contenue dans des réservoirs de type fracturé, comme dans tout le socle armoricain. Une étude de 1993 de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Morbihan donne des chiffres relatifs à 26 forages de particuliers (tab.4.9).

Tableau 4.9. Caractéristiques des forages particuliers sur l'île de Groix.

<i>Nombre</i>	<i>Débit (m³/h)</i>			<i>Profondeur (m)</i>		
	Extrême inférieur	Extrême supérieur	Moyenne	Extrême inférieur	Extrême supérieur	Moyenne
26	1	9	4	24	97	54

54 % des forages ont un débit compris entre 5,5 et 4 m³/h, 23 % ont un débit inférieur ou égal à 2 m³/h. Une analyse plus fine des résultats permet de préciser leur répartition géographique. Il existe ainsi des différences significatives entre l'est et l'ouest de l'île, de part et d'autre d'une ligne passant grossièrement par la Pointe de Spernec au nord-est et par la Pointe de l'Enfer au sud :

- 88 % des ouvrages réalisés à l'est de cette ligne ont plus de 40 mètres de profondeur, contre 38 % à l'ouest,
- la profondeur maximale frôle les 100 mètres à l'est, alors qu'elle atteint seulement 67 m à l'ouest,
- à l'inverse, 88 % des débits instantanés mesurés en fin de foration sont inférieurs ou égaux à 4 m³/h à l'est, contre 23 % seulement à l'ouest,
- les débits spécifiques, débits obtenus pour 10 m de forage, sont toujours inférieurs à 0,8 m³/h/10 m à l'est, toujours supérieurs ou égaux à cette valeur à l'ouest.

Suite aux investigations hydrogéologiques de 1993, trois forages ont été implantés sur l'île pour renforcer la production d'eau potable. Leurs débits d'exploitation assurent ainsi une production théorique annuelle de près de 140 000 m³ d'eau brute (138 700 m³ en fonctionnement continu tout au long de l'année, sur une base de 20 heures par jour) (tab.4.10).

Tableau 4.10 : Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île de Groix⁴³.

<i>Désignation</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/h)</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/j)*</i>
Forage de Kerdurand	5	100
Forage de Kermouzouet	12	240
Forage de Pradineau	12	240
Total	29	380

* Temps de fonctionnement journalier : 20 h/j.

⁴³ Source : Veolia Eau, lettre de M. A. Le Ster du 7 avril 2006.

3.3.3. L'île de Houat

Une première série d'investigations menées en 1986 par les ingénieurs de la Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan n'est guère optimiste quant au potentiel hydrogéologique de l'île de Houat : « Ces divers travaux ont permis de reconnaître la nature du réservoir aquifère. Il s'agit en général (7 sondages sur 10) de granite à deux micas rose et gris relativement homogène, très peu fissuré en profondeur et très peu altéré en surface [...]. Dans la mesure où la richesse en eau de la roche dépend de son degré de fissuration et d'altération, les ressources en eau que contiennent ces terrains ont paru extrêmement faibles [...]. Les travaux réalisés ont malheureusement confirmé la pauvreté de l'île d'Houat en eau douce souterraine profonde, la bonne fissuration des terrains correspondant à de forts débits d'exploitation possibles accélérant malheureusement les échanges entre eaux douces et salées »⁴⁴.

Une étude plus récente réalisée par le bureau d'études SOGREAH-PRAUD (2004), *Etude hydrogéologique et modélisation de l'île d'Houat*, revient plus en détail sur le potentiel hydrogéologique houatais. Les forages de l'île, situés principalement dans la partie orientale de l'île, exploitent les eaux souterraines circulant dans les roches fracturées en profondeur. Compte tenu de la complexité de la structure géologique de l'île, la piézométrie de l'aquifère des roches fracturées ne peut être considérée comme une piézométrie classique des nappes globalement isotropes. Les réseaux de fracturation du socle rocheux peuvent constituer des voies d'écoulement préférentielles des eaux dans un milieu à très faible perméabilité et porosité. Ces réseaux peuvent être interconnectés ou isolés les uns des autres. Lors de la réalisation de certains forages comme ceux de La Plaine, les niveaux statiques mesurés étaient proches de la surface du sol. Compte tenu de la faible superficie de l'île et de la présence de nombreux linéaments en surface, il peut être admis que la nappe superficielle est hydrauliquement liée aux réseaux de fracturation, à l'exception peut-être des réseaux profonds. La continuité hydraulique entre nappe superficielle et réseaux fracturés (jusqu'à une profondeur inférieure à 50 m) constitue la base de l'alimentation en eau douce de l'aquifère en période de hautes eaux, grâce aux infiltrations à travers les formations superficielles. En période de basses eaux, en revanche, cette continuité n'existe pas sur l'ensemble de l'île.

La zone d'alimentation du système est constituée par la surface de l'île recevant les eaux météoriques. L'alimentation se fait par les pluies : une partie de ces eaux ruisselle dans des petits cours d'eau non pérennes rejoignant les côtes de l'île tels que Dour et Venigued, Porz Chudel ou Porz Plouz. Si la majeure partie de ces eaux s'évapore directement, le reste s'infiltré dans les formations superficielles. Leur nature (altérites, sables dunaires) favorise une infiltration rapide des eaux pluviales dans les formations plus profondes. Le modèle hydrogéologique élaboré par SOGREAH-PRAUD en 2004 estime ces infiltrations à environ 50 % des pluies efficaces compte tenu de la géomorphologie locale (SOGREAH-PRAUD, 2004). Les exports depuis la nappe sont dus aux seuls pompages par les différents forages pour l'alimentation en eau potable. Les conclusions émises à la fin du rapport de SOGREAH-PRAUD mentionnent clairement que la ressource en eau souterraine de l'île est limitée : aussi la maîtrise des consommations, essentiellement en période estivale, est un élément de gestion de la ressource au même titre que son exploitation. Cette maîtrise reste la seule solution pour garantir la pérennité de la ressource sur le long terme (*ibid.*). Si la capacité nominale de

⁴⁴ Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan : *Île d'Houat, compte-rendu des travaux de recherche d'eau souterraine*, juin 1986.

pompage atteint près de 136 500 m³ annuels, les préconisations d'exploitation des ouvrages limitent ces volumes à environ 50 000 m³ par an.

Tableau 4.11 : Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île de Houat⁴⁵.

<i>Désignation</i>	<i>Capacité nominale (m³/h)</i>	<i>Débit préconisé d'exploitation (m³/h)</i>	<i>Débit préconisé d'exploitation (m³/j)*</i>
Forage du Stade	10	3,5	70
Forage de la Plaine	1,5	1,2	24
Forage de Salus	1	1	20
Forage des Bâches	1,2	1,2	24
Forage du Nord	1	-	-
Puits de Salus	4	-	-
Total	18,7	6,9	138

* Temps de fonctionnement journalier : 20 h/j.

3.3.4. L'île d'Hoëdic

D'après un compte rendu de travaux de recherches d'eaux souterraines sur l'île d'Hoëdic (DDAF 56, 1991), le réservoir aquifère est hétérogène :

- à l'ouest du bourg, dans le secteur du calvaire et des Bâches, les granites sont hétérogènes, altérés jusqu'à une profondeur de 50 m. Ils sont recouverts d'une dizaine de mètres de sables coquilliers extrêmement fins. Les granites sont peu fissurés, les débits obtenus en fin de travaux sont faibles, atteignant au maximum 3 m³/h en F2.
- Au sud-ouest du bourg, dans le secteur de Paluden, les granites sont semblables à ceux de la zone précédente. Ils ne sont pas fissurés, les forages sont secs jusqu'à la profondeur de 49 m.
- A l'est du bourg, dans le secteur du Menhir, les granites clairs en surface sont très micacés. Ils sont altérés en profondeur et plus fissurés qu'à l'ouest du bourg : les débits instantanés atteignent 9 m³/h en fin de foration. Le placage de sables et graviers de surface est peu épais, quelques mètres seulement, et passe vers le sud à des argiles d'altération kaolinique dont l'épaisseur atteint 10 m.

Les arrivées d'eau ne sont pas très profondes, mais inférieures au niveau marin : elles ont lieu vers 30 mètres de profondeur dans les sondages occidentaux, entre 17 et 25 mètres dans les sondages orientaux. Les débits d'exploitation possibles sont limités ; ils restent cependant intéressants, compte tenu des faibles besoins de l'île. De plus, les horizons aquifères sont bien alimentés par les pluies. En septembre 1990, l'île était équipée de deux forages, ce qui a permis d'éviter un apport d'eau du continent à la fin de l'été 1990. Un pompage d'essai a été réalisé avec un débit moyen de l'ordre de 180 m³/jour sur les deux forages principaux, appelés F2 près des bâches et F5 aux environs du Menhir. Ils ont été exploités au cours des mois de septembre et octobre 1990 à des débits journaliers respectifs de 19 et 125 m³. Réalisés en fin de saison sèche, ces essais de

⁴⁵ D'après SOGREAH-PRAUD, 2004.

pompage laissent présumer d'un potentiel exploitable bien plus important en période hivernale normale, alors que la recharge hydrologique est maximale. Les débits d'exploitation préconisés sont moins élevés : respectivement 16 et 104 m³ par jour, ce qui correspond à une production annuelle de 43 800 m³.

Tableau 4.12 : Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île d'Hoëdic⁴⁶.

<i>Désignation</i>	<i>Capacité nominale (m³/h)</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/h)</i>	<i>Débit d'exploitation (m³/j)*</i>
Forage F2 (bâches)	1,5	0,8	16
Forage F5 (menhir)	5,5	5,2	104
Total	7	6	120

* Temps de fonctionnement journalier : 20 h/j

3.4. Estimation du potentiel hydrogéologique des îles

3.4.1. Volumes mobilisables et capacités de pompage

Les hypothèses de calcul du modèle hydrogéologique de l'île de Houat postulent des phénomènes hydrologiques superficiels négligeables (SOGREAH-PRAUD, 2004) et une aire d'alimentation correspondant à la totalité de la surface insulaire : l'essentiel des pluies efficaces serait donc destiné à l'infiltration. En l'absence d'autres informations plus précises, cette aire d'alimentation est volontairement (et arbitrairement) limitée aux deux tiers de la surface de l'île : cette hypothèse est adoptée pour les îles de Groix et Hoëdic. Inversement, l'étude hydrogéologique menée sur l'île de Molène caractérise l'aire d'alimentation de l'aquifère molénais : sa superficie est de l'ordre d'une dizaine d'hectares (ANTEA, 2001). La nature capacitive du milieu récepteur permet une recharge efficace puisque, « en étant volontairement pessimiste, on peut estimer à 25 % la part des pluies efficaces perdues par ruissellement » (*ibid.*). Cette seconde hypothèse est retenue par défaut pour l'ensemble des quatre îles concernées par l'exploitation des ressources souterraines.

Ces données sont essentielles pour estimer la recharge potentielle des aquifères insulaires. Si les hypothèses émises sont discutables, elles n'en demeurent pas moins suffisantes pour établir les ordres de grandeur qui intéressent la démonstration. Ainsi, la formule suivante permet d'évaluer la recharge annuelle moyenne V_i , soit le flux d'eau météorique infiltré :

$$V_i = P_{eff} * A_a * R_i * 10,$$

avec :

V_i : le volume annuel écoulé à l'exutoire du bassin versant considéré (m³/an),

P_{eff} : la hauteur des pluies efficaces annuelles (mm/an),

A_a : l'aire d'alimentation de l'aquifère (ha),

R_i : le coefficient d'infiltration (0,75 par défaut).

⁴⁶ D'après DDAF 56, 1991

Pour les trois îles morbihannaises, les capacités de pompage ne représentent qu'entre 12 et 16 % des volumes annuels moyens de recharge ; le ratio atteint 58 % dans le cas molénaï où l'exploitation de l'aquifère est plus optimisée. Finalement, une grande partie de l'eau infiltrée est « perdue » ou au moins restituée au cycle naturel de l'eau via des résurgences. Les équipements d'exploitation des eaux souterraines – les installations de pompage – constituent ainsi un paramètre structurel limitant de l'exploitation des réserves hydrogéologiques insulaires, le second paramètre étant la saisonnalité de la recharge, pour lequel des préconisations d'exploitation sont requises.

Tableau 4.13 : Diagnostic de la ressource hydrique souterraine exploitable sur les îles autonomes.

<i>Île</i>	<i>Pluies efficaces annuelles (mm)⁴⁷</i>	<i>Coefficient d'infiltration</i>	<i>Aire d'alimentation (ha)</i>	<i>Volumes de recharge (m³/an)</i>	<i>Capacité de pompage (m³/an)⁽²⁾</i>	<i>Pourcentage mobilisable (%)</i>
Molène	184	0,75	10	13 800	8 000	58
Groix	164	0,25	985 ⁽¹⁾	404 000	140 000	35
Houat	260	0,5	190 ⁽¹⁾	247 000	50 000	20
Hoëdic	260	0,75	140 ⁽¹⁾	273 000	44 000	16

⁽¹⁾ estimation par défaut : environ 2/3 de la surface de l'île, d'après les entretiens avec les gestionnaires et les conclusions de l'étude SOGREAH-PRAUD (2004) sur l'hydrogéologie de l'île de Houat.

⁽²⁾ valeurs approchées.

3.4.2. Préconisations d'exploitation et « réserve utile » de l'aquifère

La saisonnalité marquée des pluies efficaces induit évidemment une saisonnalité correspondante de la recharge des aquifères insulaires. Aussi des préconisations saisonnières d'exploitation sont-elles nécessaires pour éviter la salinisation des nappes essentiellement. De telles préconisations ont été émises dans les cas de Molène et Houat pour l'exploitation de leurs forages. En revanche, aucune précision sur l'exploitation des forages hoëdicaï et groisillons n'est communiquée dans les rapports techniques ou les informations transmises par les délégataires de service respectifs : en leur absence, ce sont les débits d'exploitation qui seront considérés. L'ensemble de ces données permet de caractériser *a priori* et en première approximation la « réserve utile » de l'aquifère : il s'agit du volume d'eaux souterraines exportables depuis la nappe par pompage et ce en l'absence de recharge.

Ainsi, selon les simulations du modèle hydrogéologique de l'île de Houat établi par SOGREAH-PRAUD, les préconisations ont pour objectif de limiter la salinisation des eaux pompées en restant sous le seuil de 1g/l. Si la capacité annuelle de pompage est de l'ordre de 50 000 m³, les débits d'exploitation préconisés assurent une production d'eau brute de près de 36 500 m³ en année moyenne, dont 14 500 m³ au cours du second semestre hydrologique. La saisonnalité de pompage est calquée sur la saisonnalité hydrologique de l'aquifère houataï : la majeure partie des volumes peut être pompée en hiver et au printemps alors que la nappe se recharge largement avec les pluies efficaces ;

⁴⁷ Moyenne 1966-2005 (voir chapitre 3).

ils sont inversement minimalisés en période d'étiage estival où la nappe ne se recharge pas faute de pluies efficaces. Il s'agit alors d'exploiter le stock d'eau souterraine en réserve. De mai à septembre voire octobre, la recharge de l'aquifère est quasiment nulle⁴⁸ : les préconisations de pompage limitent alors l'exploitation de l'aquifère à quelque 15 500 m³. Ce chiffre peut *a priori* servir de référence quant au volume utile de l'aquifère houatais dans l'état actuel des infrastructures d'exploitation (tab.4.14).

Tableau 4.14 : Préconisations d'exploitation des forages de l'île de Houat (débits en m³/j)⁴⁹.

<i>Désignation</i>	<i>décembre à avril</i>	<i>mai-juin et octobre-novembre</i>	<i>juillet-août</i>
Forage du Stade	70	40	45
Forage de la Plaine	20	13	4
Forage de Salus	14	5	1
Forage des Bâches	18	7	6
Forage du Nord	10	7	5
Puits de Salus	28	6	0*
Total	144	78	61

* la nappe superficielle subit un rabattement lié à l'exploitation de l'aquifère et à l'absence de recharge, la source du Salus tarit en été.

Sur l'île de Molène, les préconisations de pompage tablent sur une exploitation de mars à août et une production d'eau brute de quelque 4 200 m³ (tab.4.15). Dans ce cas précis, l'exploitation coïncide pratiquement avec la période estivale d'arrêt de la recharge de la nappe (mai-septembre) : en concluant hâtivement, le volume utile de l'aquifère molénais est de l'ordre de 4 000 m³, correspondant au volume d'eau pompé en l'absence de recharge, c'est-à-dire au déstockage de l'aquifère.

Tableau 4.15 : Préconisations d'exploitation des forages de l'île de Molène (débits en m³/mois)⁵⁰.

<i>Désignation</i>	<i>mars à mai</i>	<i>juin à août</i>
Forage F1	300	600
Forage F3	180	300
Total	480	900

Pour les îles de Groix et Hoëdic, aucune information complémentaire n'a été trouvée concernant les préconisations d'exploitation : il est impossible d'estimer le volume utile de leurs réserves hydriques souterraines autrement qu'en considérant les données techniques de base des forages. Aussi les débits préconisés d'exploitation présentés ci-dessus seront-ils considérés valables pour l'ensemble de l'année : de mai à septembre, les forages hoëdicaux seraient capables de produire quelque 15 000 m³ en fonctionnant à 120 m³/j ; ceux de l'île de Groix produiraient pour la même période près de 47 000 m³.

⁴⁸ Voir chapitre 3.

⁴⁹ D'après SOGREAH-PRAUD, 2004.

⁵⁰ D'après ANTEA, 2001.

Conclusion de la deuxième partie

Couplées aux résultats de l'analyse hydroclimatique, les caractérisations hydromorphologique et hydrogéologique des îles bretonnes en situation d'autonomie hydraulique permettent de dresser le diagnostic exhaustif de leurs potentiels hydrologiques respectifs (tab.4.16). Deux groupes d'îles se distinguent :

- les îles de type continental : Belle-Île et Ouessant, sur lesquelles les eaux de surface sont exclusivement exploitées à la faveur de bassins versants topographiques suffisamment étendus ;
- les petites îles océaniques : Molène, Houat et Hoëdic, sur lesquelles l'origine de l'eau potable est, sinon exclusivement, essentiellement souterraine ;

L'île de Groix, enfin, jouit du double privilège des caractéristiques des îles continentales et des petites îles puisqu'à la fois eaux superficielles et souterraines y sont exploitées.

Tableau 4.16 : Synthèse du potentiel hydrologique des îles bretonnes hydrauliquement autonomes.

	<i>Potentiel hydrologique superficiel</i>		<i>Potentiel hydrogéologique</i>	
	Volumes mobilisables	Capacité de stockage	Capacité de pompage	Réserve aquifère
Îles	m ³ /an	m ³	m ³ /an	m ³
Ouessant	275 000	55 000	-	-
Groix	150 000	160 000	140 000	47 000 ⁽¹⁾
Belle-Île	2 000 000	850 000	-	-
Molène	3 000	1 750	8 000	4 000
Houat	-	-	50 000	15 500
Hoëdic	-	-	44 000	15 000 ⁽²⁾

⁽¹⁾ valeurs maximales par défaut, en l'absence de préconisations d'exploitation.

Un tel diagnostic met en évidence qu'en situation d'année moyenne, les volumes d'eau météorique qui s'écoulent ou s'infiltrent sont considérables : un premier paramètre limitant réside dès lors dans l'équipement en infrastructures de stockage des eaux superficielles et de pompage d'eaux souterraines pour mobiliser la ressource disponible. De plus, la saisonnalité hydroclimatique est un second paramètre crucial de la gestion de ces réserves hydriques. Leur recharge étant majoritairement hivernale, et exclusivement concentrée sur le premier semestre hydrologique, le dimensionnement des infrastructures hydrauliques est d'autant plus important qu'il doit permettre de constituer un stock suffisant pour satisfaire les besoins au cours de la saison sèche estivale.

Le diagnostic territorial, sur lequel la méthodologie globale s'appuie, ne serait ainsi complet s'il éludait cette question fondamentale des besoins en eau. L'analyse de l'adéquation entre pression anthropique et ressource disponible constitue le cœur de la recherche. Les besoins en eau ont inéluctablement évolué au cours de l'histoire des îles : la modernisation des modes de vie dans la seconde moitié du XX^e siècle a immanquablement modifié l'exploitation des ressources hydriques endogènes et nécessité

les équipements dont il est fait état précédemment : retenues collinaires et forages. Si, historiquement, les îliens s'approvisionnaient en eau à des puits et des fontaines, ou encore recueillaient l'eau de pluie dans des citernes, quels éléments et événements ont marqué l'histoire hydraulique des îles bretonnes depuis la Révolution française ? Comment la pression sur les ressources hydriques a-t-elle évolué et comment ces dernières ont-elles été exploitées et optimisées ? Plus fondamentalement, y a-t-il inadéquation entre offre et demande en eau sur les îles bretonnes, comme semble le suggérer une bibliographie parfois désuète ?

La confrontation des données hydroclimatiques aux réalités socioéconomiques des îles est d'autant plus pertinente qu'elle va permettre de comprendre l'évolution de leur vulnérabilité face à l'aléa climatique. Alors que les conditions hydroclimatiques n'ont pas intrinsèquement changé au cours des dernières décennies, les conséquences d'accidents hydroclimatiques identifiés ont, elles, évolué puisqu'elles sont plus durement ressenties qu'auparavant. La raison en est simple : la vulnérabilité de nos sociétés face à des aléas naturels est plus grande (Lamarre et Pagney, 1999 ; Vigneau, 2005). Il s'agit donc d'intégrer les contraintes anthropiques et économiques au schéma de gestion rationnelle et durable des ressources en eau insulaire. La troisième partie de la thèse développe justement ces aspects socioéconomiques et leur lien avec la problématique posée : en revenant sur l'histoire de l'eau potable dans les îles, elle analyse rétrospectivement l'évolution des besoins en eau, passés et contemporains, et tentera finalement d'inscrire la réflexion dans une dynamique prospective.

TROISIEME PARTIE :
Les enjeux de la gestion des ressources en eau
sur les îles de Bretagne

Histoire de la question de l'eau sur les îles bretonnes

La redéfinition contemporaine des enjeux liés
à la gestion de la ressource en eau

Chapitre 5 :

Histoire de la question de l'eau sur les îles de Bretagne

Introduction

Sur une île, probablement plus que partout ailleurs, la gestion de l'eau est une question pragmatiquement locale du fait de la finitude territoriale. La compréhension des enjeux actuels inhérents à la ressource hydrique endogène est inévitablement liée à une connaissance historique de la question : l'évolution de ces enjeux a participé de l'organisation des services d'eau, voire de la représentation sociale de la ressource au travers des usages et des pratiques traditionnelles. Aussi l'approche historique est-elle privilégiée dans la trame de cette troisième partie et constitue le cœur de ce cinquième chapitre en particulier. Elle vise à une reconstitution géographique diachronique des territoires de l'eau insulaires en mettant en exergue les modifications du rapport des communautés îliennes à leur propre ressource en eau : il s'agit finalement de comprendre comment s'opèrent les choix de gestion et d'aménagement hydraulique, d'en révéler les préoccupations originelles – sanitaires, économiques, sociétales, voire d'identifier des événements conjoncturels majeurs – pénuries, épidémies, etc. – qui ont joué un rôle dans les décisions locales de gestion. L'objet de cette partie de la recherche est finalement d'objectiver la gestion historique de l'eau sur les îles étudiées afin d'en mesurer l'écho contemporain.

Par ailleurs, B. de Vanssay (2003) rappelle combien la prise en compte des aspects sociologiques est primordiale dans la gestion des ressources en eau : « Une gestion moderne de l'eau ne peut pas se faire sans les usagers et les bénéficiaires des aménagements. [...] Les décideurs et leurs experts devraient, pour construire une nouvelle stratégie de gestion de l'eau, connaître et comprendre les représentations et les comportements vis-à-vis de l'eau pour pouvoir les associer utilement à une gestion commune et à une bonne gouvernance ». L'analyse diachronique voulue fait siens ces préceptes en révélant les éléments des histoires insulaires locales qui caractérisent ces représentations et ces comportements vis-à-vis de la ressource. Les points de vue sont ceux des usagers îliens comme ceux des gestionnaires locaux, élus et professionnels de la gestion de l'eau. La recherche s'appuie alors sur deux démarches méthodologiques complémentaires : une recherche documentaire et des entretiens semi directifs. Compte tenu de la somme importante d'informations glanées au cours de la première phase de recherche en archives, de nombreuses références sont retranscrites dans leur intégralité. Leur répétition pourrait parfois sembler superfétatoire, ne faisant qu'alourdir le rythme général du propos. Le choix de les intégrer en nombre est pourtant délibéré : il s'agit de rendre le plus fidèlement possible le discours local relatif à la question de l'eau et de sa gestion, en évitant la paraphrase inutile et interprétative. De plus, cela met en valeur le long et fastidieux travail de collecte de ces informations historiques qui, précisément datées et objectivées, traduisent les préoccupations conjoncturelles des îliens pour la question de la ressource hydrique.

Ce chapitre s'articule ainsi autour de trois points essentiels. Le premier développe les aspects méthodologiques en insistant sur les ressources documentaires consultées, d'une part, et la teneur et le public des entretiens, d'autre part. Les deuxième et troisième points présentent une partie des résultats de ces investigations bibliographiques et orales en développant l'historicité des enjeux locaux d'aménagement des îles jusque dans les

années 1950 ; le chapitre s'achève en étayant les pratiques traditionnelles et représentations sociales liées à la ressource en eau qui prévalaient voici un demi-siècle.

1. Mémoires locales et histoire de l'eau sur les îles

La méthodologie s'est appuyée sur deux approches différentes et complémentaires : une recherche documentaire préalable dans les archives, départementales et municipales essentiellement, et des entretiens semi directifs visant à intégrer la perception sociale de la question de l'eau sur les îles. Il s'agit bien de remettre en perspective les mémoires locales, tant bibliographiques qu'orales, dans la conjoncture actuelle de la problématique générale. De plus, la somme d'informations recueillies permet bien souvent d'inventorier et, par suite, de cartographier les points d'eau historiques des îles.

1.1. Les sources d'informations documentaires

Il a été décidé de reproduire, dans la mesure du raisonnable et dans le souci de ne pas nuire au message global en surchargeant le texte, le maximum des délibérations et autres citations des archives afin de transcrire le plus fidèlement possible la teneur des décisions concernant l'eau et sa gestion. L'intérêt secondaire est de compiler et de dévoiler ces citations afin de les révéler au lecteur, un tel travail thématique et historique n'ayant jamais été réalisé et étant susceptible d'intéresser les îliens eux-mêmes. C'est aussi l'occasion de valoriser cette recherche longue qui a parfois pris des allures de « chasse au trésor », toujours encouragée par la découverte, au détour d'une page de registre ou de journal, d'une information ou d'une anecdote intéressante.

1.1.1. Les recherches documentaires en archives

Les recherches bibliographiques se sont focalisées sur la thématique précise de l'eau sur les îles, avec la recherche de l'ensemble des références qui pouvaient y être consacrées dans les archives.

A l'échelle régionale et départementale, une recherche systématique de références bibliographiques a d'abord été menée aux Archives Départementales des départements possédant une ou plusieurs îles étudiées : la Manche (Chausey), le Finistère (Ouessant, Molène, Sein et les Glénan), et le Morbihan (Groix, Belle-Île, Houat et Hoëdic). Elle a été complétée par la consultation du fonds documentaire du Service Historique de la Marine nationale de Brest. Trois types de documents y ont été compulsés :

- les usuels : ouvrages et monographies internationaux, nationaux et locaux,
- les revues et périodiques locaux,
- la presse quotidienne locale.

Pour les deux premières sources bibliographiques, la recherche s'est focalisée sur la consultation des documents relatifs aux îles citées, en la systématisant avec les mots-clés suivants : eau, fontaine, lavoir, puits, forages, sécheresse, pénurie et ravitaillement. La systématisation s'est faite à partir des répertoires alphabétiques et s'est directement appuyée sur les fiches relatives à chacune des îles.

En complément, les archives de deux associations ont été consultées : celles de l'association Melvan et celles de l'Association des Îles du Ponant. La première est une association regroupant des insulaires, résidents permanents et secondaires, des îles de Houat et Hoëdic. Elle s'occupe de valoriser et diffuser le patrimoine culturel des deux îles, via une publication annuelle de sa revue éponyme et de manifestations publiques telles que des expositions ou des séances de cinéma, avec par exemple la projection de films de Jean Epstein à l'été 2005 au fort d'Hoëdic. Ses membres fondateurs ont ainsi collecté de nombreuses archives concernant l'histoire des deux îles morbihannaises. Leur consultation a permis de compléter la base d'informations relatives à la question de l'eau, notamment un certain nombre de coupures de journaux – *La Liberté du Morbihan* et *Ouest-France* – des années 1960 à 1990. Enfin, les documents de l'Association des Îles du Ponant ont été examinés dans le seul but de recueillir des données économiques relatives aux systèmes de production et de distribution d'eau potable et d'assainissement. La tâche s'est révélée aisée, compte tenu de l'établissement de bilans annuels de l'ensemble des opérations faisant l'objet de subventions publiques, et ce depuis la création de l'association en 1971. La compilation de ces données est exploitée dans le chapitre 8.

1.1.2. Les archives communales

Les registres des délibérations des Conseils municipaux constituent à eux seuls la source majeure d'informations locales puisque toutes les décisions communales y sont consignées, généralement depuis la seconde moitié du XIX^e siècle. Un souci mineur concerne leur accessibilité : ils ont en effet été perdus à Hoëdic, et leur consultation – pourtant publique légalement – est tout simplement refusée par le maire à Houat, privant la recherche de références historiques intéressantes pour le propos et, pour les plus anciennes, sans aucun doute oubliées des îliens eux-mêmes... Les raisons de ce refus sont certainement liées à la tension locale suscitée par le projet du nouveau camping, lequel divise la population... C'est le premier adjoint qui a « consulté » les registres pour ne trouver qu'une seule délibération concernant la question de l'eau sur l'île : une pénurie en 1970... Il est évident que la consultation des registres de délibération faite par l'élue n'a été que très sommaire, puisqu'en moyenne il ne faut pas moins de trois jours complets pour réaliser un tel travail. Heureusement, les archives personnelles de Mme Joëlle Leroux, érudite houataise, ont permis de combler partiellement les lacunes documentaires sur l'histoire locale : les Brèves informations municipales étaient publiées par la mairie houataise dans les années 1960 et 1970 pour informer la population îlienne des décisions de son Conseil. *A contrario*, les registres des îles d'Ouessant, Molène, Sein, Groix, et partiellement de Belle-Île (Le Palais et Locmaria) – registres particulièrement bien tenus depuis la fin du XIX^e siècle – ont fourni un grand nombre de descriptions de la situation hydrique et hydraulique de ces îles, tout en relatant les préoccupations insulaires pour les ressources en eau. En cela, ils constituent une mémoire tant sociale qu'économique des îles. Cependant, il convient de souligner la nature particulière de ces sources documentaires : « elles ne renferment que des éléments susceptibles de relever des compétences des autorités locales » (Salomé, 2006). En outre, ces informations correspondent tout à fait aux besoins de la recherche, mais elles sont largement tributaires du contexte d'énonciation et des visées recherchées : « les requêtes et les revendications impliquent en effet une mise en scène de soi et une exagération des propos » qu'il ne faut pas omettre, et donc manipuler en connaissance de cause (*ibid.*).

1.1.3. Une revue de presse systématique et conjoncturelle

La presse constitue la troisième source documentaire, puisque, vraisemblablement, « les îles du Ponant, les 16 îles de la Manche et de l'Atlantique ont longtemps défrayé la chronique des quotidiens régionaux en été. Manifestations publiques, interventions souvent très vives des élus, ont été monnaie courante lorsque, faute d'une pluviométrie suffisante et suite à un afflux touristique, telle île venait à manquer d'eau » (Singelin, 1977). Les recherches, tant dans la presse quotidienne locale que nationale, ont été réalisées selon deux stratégies distinctes, forcées par les limites techniques et la disponibilité des journaux. Une recherche systématique a d'abord été conduite au moyen de bases de données électroniques d'articles de presse. Le moteur de recherche utilisé est EUROPRESSE, en accès à l'Université de Bretagne Occidentale, à la Faculté des Lettres de Brest. Ainsi, des revues de presse complètes ont été menées systématiquement sur six journaux dans la limite de leur mise en ligne (tab. 5.1).

Tableau 5.1 : Constitution de la revue de presse systématique à l'aide d'EUROPRESSE.

<i>Journal</i>	<i>Edition</i>	<i>Période disponible</i>
<i>Le Télégramme</i>	Bretagne	janvier 1980 – juillet 2006
<i>Ouest France</i>	Bretagne	décembre 2003 – juillet 2006
<i>Le Monde</i>	nationale	janvier 1987 – juillet 2006
<i>Nouvel Observateur</i>	nationale	décembre 2003 – juillet 2006
<i>Les Echos</i>	nationale	janvier 1991 – juillet 2006
<i>Libération</i>	nationale	janvier 1995 – juillet 2006
<i>L'Express</i>	nationale	janvier 1993- juillet 2006

Les recherches d'articles sont initiées à l'aide des mots-clés présents dans l'intégralité de l'article :

- « nom de l'île » <et> « eau » ;
- « nom de l'île » <et> « pénurie » ;
- « nom de l'île » <et> « sécheresse » ;
- « nom de l'île » <et> « puits/fontaine/lavoir » ;
- « île » <et> « eau ».

Cette première phase de recherche systématique a permis de collecter trente articles dont la grande majorité (21) se trouvent dans les éditions régionales des quotidiens *Le Télégramme* et *Ouest-France* (tab.5.2.). L'ensemble de ces articles abordent la question de l'eau sous l'angle de la menace des sécheresses et/ou de la pénurie d'eau et ne manquent pas d'évoquer la problématique touristique comme facteur déterminant dans la gestion locale de l'eau sur les îles.

En complément de cette revue de presse systématique, une recherche d'articles en lien direct avec la question de l'eau a été menée sur des années précises ; il s'agissait toujours de retrouver des références à la question de l'eau douce sur les îles. Deux facteurs sont intervenus dans le choix des dates à consulter :

- l’existence de références précisément connues à une sécheresse ou une crise de l’eau, recueillies soit dans les archives municipales ou départementales, voire dans la bibliographie générale, soit évoquées au cours des entretiens semi directifs menés par ailleurs ;
- la caractérisation par le bilan hydrique d’une année sèche, et, par conséquent, la consultation d’une période de l’année comprise entre mai et septembre, période la plus probable d’occurrence de difficultés d’approvisionnement en eau.

Tableau 5.2 : Recensement des articles faisant référence à l’eau sur les îles du Ponant, via EUROPRESSE.

<i>Journal</i>	<i>Edition</i>	<i>Période disponible et consultée</i>	<i>Nombre</i>
<i>Le Télégramme</i>	Bretagne	janvier 1980 – juillet 2006	16
<i>Ouest France</i>	Bretagne	décembre 2003 – juillet 2006	5
<i>Le Monde</i>	nationale	janvier 1987 – juillet 2006	8
<i>Nouvel Observateur</i>	nationale	décembre 2003 – juillet 2006	0
<i>Les Echos</i>	nationale	janvier 1991 – juillet 2006	0
<i>Libération</i>	nationale	janvier 1995 – juillet 2006	1
<i>L’Express</i>	nationale	janvier 1993- juillet 2006	0
Total			30

Cette seconde stratégie de recherche est laborieuse – pour ne pas dire fastidieuse – et très longue pour des résultats finalement peu probants. Elle a été réalisée aux Archives Départementales du Finistère et du Morbihan ainsi qu’au Service Historique de la Marine, à Brest. Les quotidiens consultés sont *Le Télégramme*, *Ouest-France* (Edition Bretagne) et *La Liberté du Morbihan*, dont les exemplaires y sont disponibles depuis l’après-guerre. Enfin, détail remarquable concernant les îles Chausey, une revue de presse exhaustive est tenue depuis 1950 aux Archives Départementales de la Manche, à Saint-Lô. Les documentalistes y compilent quotidiennement les articles concernant l’archipel parus dans *La Manche Libre*, la *Presse de la Manche* et *Ouest-France*. En outre, une visite au journal *Le Télégramme*, à Morlaix, et un entretien avec Madame Eusen, journaliste documentaliste du quotidien, ont confirmé l’ampleur de la tâche s’il fallait la systématiser : les documentalistes et archivistes comptent en moyenne une heure pour consulter et feuilleter les éditions d’un mois entier. De plus, l’expérience éditorialiste de la journaliste confirme que la question de l’eau sur les îles reste anecdotique, et que son traitement éditorial reste indubitablement lié à des événements marquants, tels que des pénuries ou des innovations technologiques de type dessalement. Il peut donc être admis que la revue de presse réalisée, sans être exhaustive, a permis de collecter l’essentiel des articles traitant de la question de l’eau sur les îles étudiées.

Les îles sont ainsi citées cent vingt-six fois dans des articles de presse répertoriés, parmi lesquels près du tiers concerne la crise hydrique belliloise de 2005-2006. Réalisée par les intervenants de la Maison de la Nature de Belle-Île, une revue de presse quasi exhaustive était consultable sur place à l’occasion de l’exposition Belle-Île en eau au printemps 2006, exposition justement organisée à la suite des difficultés rencontrées au

cours de la sécheresse de 2005 pour l'alimentation en eau potable de la population insulaire. Une autre grande sécheresse a mobilisé les rédactions locales : celle de 1989-1990 durant laquelle les îles du Morbihan (Groix, Belle-Île et Hoëdic) ainsi que Molène ont été ravitaillées en eau par bateau. A Chausey, ce sont deux « épisodes » de la vie locale, relatés par la suite, qui défraieront la chronique : le premier en 1975, le second entre 1992 et 1994. Enfin, si les articles des années 1950 à 1970 concernent pour certains des pénuries d'eau, ils sont le plus souvent consacrés à l'amélioration nécessaire des équipements hydrauliques des îles, tel que le dessalement à Houat et Sein par exemple.

Tableau 5.3 : Les articles de la presse locale et nationale dédiés à la question de l'eau sur les îles du Ponant.

<i>Île</i>	<i>Journaux</i>	<i>Années</i>	<i>Nombre</i>
Chausey	<i>Ouest France, La Manche libre, Presse de la Manche, Le Républicain granvillais</i>	1950 (2), 1959, 1961 (2), 1972 (2), 1975 (9), 1990, 1992 (2), 1993 (6), 1994, 2003, 2004	27
Ouessant	<i>Ouest-France, Le Monde</i>	1989, 2002, 2005	3
Molène	<i>Le Finistère, Ouest-France, Le Télégramme, Le Monde</i>	1897 (2), 1959, 1976, 1989 (2), 2002, 2005	8
Sein	<i>Le Finistère, Ouest-France, Le Télégramme, Le Monde, La Liberté du Morbihan</i>	1896, 1972, 1976, 1989, 1990 (2), 1992, 2002, 2005	9
Groix	<i>Ouest-France</i>	1989 (2), 1992, 2005	4
Belle-Île	<i>Ouest-France, Le Télégramme</i>	1989 (2), 1992, 2004, 2005 (20), 2006 (18)	51
Houat	<i>La Liberté du Morbihan, Ouest-France, Le Monde</i>	1961, 1967 (2), 1972, 1974 (2), 1976, 1989 (3), 1992, 1993, 1996, 2005	14
Hoëdic	<i>La Liberté du Morbihan, Ouest-France, Le Monde</i>	1963, 1964, 1967, 1987, 1989 (4), 1998, 2005	10
Total			126

1.2. Les sources orales : entretiens avec les « mémoires locales » et les questionnaires

En plus des recherches en archives, plus de trente entretiens ont été réalisés ; une dizaine de questionnaires continentaux ont également été sollicités (tab.5.5 et 5.6). Ces entretiens ont pour objectif premier de compléter l'approche documentaire par le recueil de témoignages et d'expériences d'îliens et de gestionnaires en matière de gestion de la ressource en eau sur les îles bretonnes. Le public ciblé est, en premier lieu, celui des élus (maires et adjoints) qui ont une connaissance généralement exhaustive des questions insulaires, tant historique que contemporaine et qui, le cas échéant, peuvent réorienter vers un second type d'interviewés : les « mémoires locales ». Il s'agit de personnes, anciens souvent mais pas exclusivement, qui, pour avoir toujours vécu sur l'île, ou être

passionnées par l'histoire locale, ont accumulé une somme d'informations sur la vie insulaire passée et présente (souvenirs de jeunesse et anecdotes, photos, archives personnelles). *A posteriori*, il apparaît que l'orientation donnée aux entretiens est très historique, cherchant de la sorte, par le biais de la comparaison diachronique, à révéler l'évolution des usages de l'eau au cours du siècle dernier. En outre, ce « penchant historiciste » est inspiré par une inclination personnelle au récit biographique des anciens qui, par l'histoire même de leur vie, rendent compte des réalités locales et quotidiennes.

D'emblée, la méthodologie ne manquera pas d'être critiquée pour la vacuité relative de l'analyse sociologique menée, celle-ci n'étant pas fondée sur une investigation quantitative par voie d'enquêtes. Quoiqu'il en soit, l'objet général de cette thèse était clairement d'aboutir à une vue d'ensemble de la problématique de l'eau sur les îles définies précédemment comme hydrauliquement autonomes. Les résultats obtenus et exposés par la suite concourent à démontrer l'opportunité d'une investigation sociologique poussée qui ne peut venir qu'une fois un diagnostic global établi.

1.2.1. Des entretiens semi directifs thématisés

La méthodologie retenue est d'emblée celle des entretiens semi directifs : l'interview était donc guidée vers des thématiques prédéfinies. Originellement, la construction d'une grille d'entretien s'est largement inspirée d'une publication dans la revue *Vertigo* de Bernadette de Vanssey, professeur de sociologie à l'Université Paris V (de Vanssay, 2003). Dans son article, l'auteur synthétise les résultats d'une étude exploratoire sur les représentations de l'eau, d'une part, dans quatre villes françaises (Rennes, Limoges, Bordeaux et Paris) et, d'autre part, dans six villes importantes à travers le monde (Osaka, Brasilia, Djakarta, Munich, Madrid et Ouagadougou). Les entrées thématiques de cette synthèse ont servi de guide à l'élaboration de la grille utilisée dans le cadre de cette thèse. Il s'agissait de fixer les termes du débat tout en laissant l'interviewé s'exprimer librement sur la question. Quatre étapes génériques ont été choisies et hiérarchisées dans le souci de construire une discussion dont l'enchaînement paraît logique et naturel. En premier lieu, l'entrée de l'entretien consiste à revenir sur les comportements quotidiens de l'usager, actuels et passés ; puis la discussion s'oriente vers sa perception du service d'eau, en cherchant toujours à mener une analyse diachronique, c'est-à-dire en incitant l'interviewé à revenir sur les éléments de son passé ; l'entretien doit ensuite s'orienter vers la perception des actions individuelles et collectives ; enfin, son dénouement conduit à une réflexion de la personne sur les enjeux liés à l'eau pour le développement (durable) de l'île. Dans la pratique, il n'était généralement pas facile de mener l'entretien de façon aussi progressive : bien souvent, la discussion était assez libre et chaque point pouvait être évoqué dans un ordre aléatoire, selon que la personne interrogée était loquace ou non. Il fallait également rentrer dans le détail afin d'obtenir des informations ciblées intéressantes pour le propos de la recherche : aussi chaque point thématique était-il préalablement décliné en une série de questions secondaires (tab.5.4).

Il est clair que le volet social de la gestion des ressources en eau n'est que trop partiellement traité dans ce travail, ce qui en constitue indubitablement une des faiblesses majeures. En guise de *mea culpa*, l'une des causes de cette lacune est certainement à chercher dans une difficulté personnelle à lier facilement un contact informel propice à la discussion spontanée. Pour autant, la trentaine d'entretiens menés auprès des îliens au cours de la thèse, à l'occasion des missions sur le terrain, constituent un premier échantillon d'étalonnage de la méthode, et sont autant de témoignages et de recueils d'expériences qui éclairent et enrichissent indubitablement le propos. En outre, ils

permettent d'extraire les premiers éléments sociologiques liés aux usages de l'eau sur les îles, en identifiant les pratiques historiques et contemporaines. Pour autant, il n'est pas possible d'en extraire une quelconque analyse sociologique à valeur scientifique poussée et fondée sur la comparaison, l'échantillon n'étant pas représentatif. Il faudra donc se contenter ici d'une description sommaire de l'« atmosphère » sociologique régnant autour de la question de l'eau sur les îles étudiées.

Tableau 5.4 : Grille thématique des entretiens semi directifs auprès des îliens.

<i>Thématiques principales</i>	<i>Thématiques secondaires : pratiques et discours</i>
Les usages quotidiens de l'eau	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les habitudes de consommation de l'eau 2. Les comportements d'économie d'eau 3. Les modifications saisonnières de ces gestes quotidiens et les conséquences de la fréquentation touristique 4. Les comportements de « filtrage » de l'eau, qui, selon l'étude menée par B. de Vanssay (2003) sont « fondés sur des critères plus culturels qu'objectifs » 5. La consommation d'eau en bouteille
La perception des services d'eau	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le maintien de l'utilisation de l'eau des citernes et des puits privatifs 2. Le rôle des réseaux d'eau dans l'amélioration du confort de vie 3. Les problèmes de la gestion de la ressource insulaire en eau : prix de l'eau, qualité de l'eau
La perception de l'impact des actions individuelles et collectives sur la gestion de l'eau	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'eau : question préoccupante pour l'île ? 2. Le cas échéant, les solutions pour améliorer la situation 3. Le rôle individuel dans ce débat
Les enjeux liés à l'eau dans le développement (durable) de l'île	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le contenu du développement durable insulaire et la place de l'eau dans le débat 2. Le développement souhaité de l'île

Par ailleurs, des entretiens ont été spécifiquement menés auprès des gestionnaires de la ressource en eau afin d'évaluer les enjeux locaux de gestion de la ressource. Ces entretiens portaient précisément sur quatre thèmes principaux :

- l'origine et la disponibilité de la ressource endogène,
- le développement des infrastructures hydrauliques, les principes et les difficultés techniques de gestion,
- l'occurrence passée et potentielle de pénuries d'eau, en focalisant si besoin sur les épisodes de sécheresse de 1976, 1989 et 2005,
- les perspectives de gestion durable de la ressource : mesures techniques et sociales.

1.2.2. Une première synthèse thématique des entretiens : le point de vue des îliens

Îliens et gestionnaires confondus, ce sont plus de quarante entretiens qui ont été réalisés (tab.5.5 et 5.6). Sur les îles, ce sont essentiellement les élus municipaux qui ont été sollicités, en premier lieu parce qu'ils étaient les personnes ressources pour la consultation des registres de délibération des Conseils municipaux. Les trois jours nécessaires à ce travail étaient l'occasion de discussions sur la question, qui suscitait

généralement un intérêt certain, à l'exception de l'île d'Hoëdic, où le maire assure d'emblée que l'île ne connaît – et n'a d'ailleurs jamais connu – de problèmes liés à sa ressource en eau. Par la suite, les résultats de la recherche en archives reviennent sur cette assertion erronée, mais qui ne constitue pas moins un témoignage intéressant en ce qui concerne la mémoire locale des événements remarquables de type pénurie. Les thèmes majeurs (tab.5.4) abordés par les îliens interrogés sont, pour la grande majorité, les mêmes sur toutes les îles : ils concernent les usages anciens de l'eau, avant l'installation des réseaux de distribution d'eau dans toutes les maisons, et l'inventaire des points d'eau historiques de l'île. Des variantes apparaissent quand il s'agit d'évoquer les enjeux actuels liés à la ressource en eau, alors que, si le tourisme reste au centre de la problématique, les discussions s'orientent souvent sur les choix techniques retenus sur chacune des îles, voire des problèmes locaux d'aménagement.

En premier lieu, l'approche patrimoniale est d'autant plus intéressante et pertinente qu'elle conduit à une description de la gestion des points d'eau historiques des îles de façon très similaire : entretien des fontaines et des lavoirs, distribution parcimonieuse et rationnée de l'eau en période de sécheresse estivale notamment, solidarité entre les foyers pourvus ou non de citernes sur les îles concernées. Jusque dans les années 1950 voire 1960, l'eau a ainsi pu jouer un rôle social important dans le sens où les lessives et les corvées d'eau faisaient des lavoirs, fontaines et puits, voire des citernes communales, des lieux de rencontre. Ce que corroborent par ailleurs de nombreuses références bibliographiques trouvées dans les archives. L'installation des premiers réseaux de distribution d'eau, avec bien souvent la mise en place d'un robinet dans chaque foyer, a évidemment été vécue comme un net progrès des conditions de vie insulaires, « abolissant » la corvée d'eau et, par la suite, celle des lessives au lavoir. Les Ouessantines rencontrées lors d'un *gorses*⁵¹, à l'écomusée d'Ouessant, ne manquent pourtant pas de nostalgie à l'évocation de l'ambiance qui régnait autour des nombreux lavoirs de l'île. C'est à cette occasion que fut évoquée pour la première fois la croyance selon laquelle l'eau des sources ouessantines proviendrait des Monts d'Arrée ; croyance qui, par la suite, reviendra dans d'autres entretiens à Molène, Houat ou encore Groix.

Le deuxième point primordial concerne les sécheresses et les pénuries d'eau. Sur les îles de Molène, Sein et Houat, le souvenir d'une distribution rationnée en eau durant l'été est prégnant, et la rareté historique de l'eau apparaît comme un héritage commun. Sur les deux premières, les ravitaillements par les bateaux de la Marine nationale – le *Mirage* et l'*Ondée* – restent dans tous les esprits. Sur les îles du Morbihan, les approvisionnements par bateau ne viennent pas spontanément dans la discussion : pour cause, ils ont été peu nombreux et remontent à la sécheresse de 1989, exception faite de ceux de Belle-Île à l'été 2005. La totalité des entretiens sur les îles morbihannaises ayant été réalisés en août 2005, voire ultérieurement, la crise belliloise, par ailleurs fortement médiatisée tant dans la presse que dans les journaux télévisés, est unanimement citée et commentée. A Houat et Hoëdic, comme à Groix d'ailleurs, la confiance dans la ressource endogène ne fait pas pour autant craindre une nouvelle pénurie. Sur la première cependant, des affiches sur lesquelles peut être lue la sentence « A Houat, l'eau vaut de l'or, ne la gaspillez pas ! » ont été placardées dans de nombreux endroits ; la construction d'un nouveau camping municipal est également évoquée puisque l'eau est au cœur d'un débat opposant détracteurs et partisans du projet. A Belle-Île, le panel de personnes interviewées ne permet pas de rendre compte du strict point de vue des usagers sur la

⁵¹ Rendez-vous ouvert au public pendant lequel quelques Ouessantines se retrouvent à l'écomusée du Niou, pour filer la laine ou jouer aux cartes, tout en discutant.

pénurie. A travers le discours des élus, il semble que la situation ait été relativement bien comprise ; mais Mme Illiaquer – en charge de la question de l’eau à la Communauté de Communes de Belle-Île (C.C.B.I.) – ne manque pas de rappeler les difficultés de communication auprès des îliens afin que le message soit correctement perçu. De manière générale, la pénurie belliloise a, semble-t-il, réactualisé la conscience collective de la vulnérabilité hydrologique des îles, tant du point de vue des usagers que des gestionnaires.

Tableau 5.5 : Liste récapitulative des entretiens semi directifs menés auprès d’îliens.

<i>Île</i>	<i>Personnes entretenues</i>	<i>Thèmes majeurs abordés</i>
Chausey (5)	M. et Mme Eve (asso. locale) M. Thévenin (îlien) M. Antoine (SCI) M. Claude Madelaine (employé municipal)	Usages anciens de l’eau : puits et lavoirs Récupération des eaux de pluie Inventaire des points d’eau historiques Projet d’assainissement de la partie publique : toilettes à l’eau douce et ravitaillement par bateau
Ouessant (6)	M. Palluel (maire) M. Bars (adj. maire) Rencontre du <i>Gorses</i> M. Savina (asso. locale) M. Quantin (employé mairie) M. Botquelen (îlien)	Usages anciens de l’eau : fontaines et lavoirs Qualité des eaux brutes et difficultés de traitement Amélioration de l’usine de potabilisation Périmètres de protection de captage
Molène (6)	Mme Callac-Olivier (maire) M. Corolleur (adj. maire) M. Le Gall (îlien) M. Masson (îlien) M. Bourles (îlien) M. Berthélé (régisseur eau)	Usages anciens de l’eau : puits et citernes Pénuries historiques et gestion des crises Rationnements Ravitaillements par bateau Inventaire des points d’eau historiques Maintien des systèmes de récupération des eaux de pluie Gestion de la ressource souterraine Assainissements autonomes (SPANC)
Sein (5)	M. Leroy (maire) Mme Tanguy (îlienne) M. Fouquet (adj. maire) Gardienne musée (îlienne) Ancien marin (« Miche »)	Usages anciens de l’eau : puits et citernes Pénuries historiques et gestion des crises Rationnements Ravitaillements par bateau Inventaire des points d’eau historiques Unités de dessalement
Groix (1)	M. Le Guyader (adj. maire)	Usages anciens de l’eau : puits et citernes Pénuries historiques et gestion des crises Rationnements Assainissement Périmètres de protection des captages
Belle-Île (4)	M. Bannet (CCBI) Mme Illiaquer (CCBI, eau) M. Février (association locale) M. Audren (adj. maire Le Palais)	Usages anciens de l’eau : fontaines et lavoirs Pénuries historiques, particulièrement celle de 2005 Dessalement et recherches de solutions Education à l’environnement et communication
Houat (4)	M. Le Gurun (maire) M. Le Hyaric (îlien) M. Le Scouarnec (adj. maire) Mme Leroux (îlienne)	Usages anciens de l’eau : puits, fontaine et lavoirs Pénuries historiques Récupération de l’eau de pluie Projet de camping municipal Inventaire des points d’eau Création d’un nouveau camping municipal
Hoëdic (3)	M. Blanchet (maire) M. Pierre Buttin (asso. locale) M. Henri Buttin (îlien)	Usages anciens de l’eau: puits, fontaine et lavoirs Pénuries historiques Histoire de l’île Inventaire des points d’eau

Le troisième point important dans l'analyse des entretiens réside dans l'expression des enjeux actuels en relation avec la gestion des ressources en eau. Ce point concerne plus spécifiquement les élus et les gestionnaires. Là, les discussions s'accordent sur l'importance de l'eau dans le développement de l'île, mais, sur chacune d'elle, les tenants de ce développement sont différents. Ainsi, sur la Grande-Île de Chausey, la problématique majeure concerne l'assainissement de la partie publique et les conséquences de la mobilisation d'une partie des réserves d'eau douce de l'île pour les toilettes publiques qui, jusque-là, fonctionnaient à l'eau de mer. A Molène, la préoccupation porte sur le maintien des citernes individuelles et la pérennisation de l'exploitation de la ressource souterraine, afin d'éviter le recours au dessalement qui, sur l'île de Sein, n'est pas sans poser un problème économique notoire tant pour les usagers que pour les élus. Sur ces deux îles, la question de l'assainissement est également d'actualité avec, pour les élus, la mise en place des services publics d'assainissement non collectifs (S.P.A.N.C.). Sur les îles les plus grandes – Ouessant, Groix et Belle-Île – et à l'exception des suites de la pénurie belliloise de 2005, peu d'enjeux sont révélés, si ce n'est la question annexe de la protection des périmètres de captage. A Houat enfin, la question cruciale est celle du camping municipal et des conséquences sur les besoins futurs en eau. Quant à l'île d'Hoëdic, il semble bien qu'il n'y ait pas de problèmes latents concernant la ressource en eau.

1.2.3. La question vue par les gestionnaires des services d'eau

Les discours des gestionnaires et professionnels de l'eau offrent évidemment un point de vue plus pragmatique sur les enjeux de la gestion de l'eau sur les îles (tab.5.6). Ils rappellent unanimement leur caractère spécifique compte tenu de la singularité géographique des territoires considérés : rupture de charge et surcoût induit, surdimensionnement des infrastructures pour faire face à la saisonnalité des besoins, organisation des travaux *in situ*, etc. En outre, il n'existe visiblement pas de réflexion concertée et globale sur la question insulaire au sein des différents services techniques de l'Etat, ni même de recherche de solutions techniques spécifiques aux contextes insulaires. Les îles justifient-elles d'ailleurs la mise en place de procédés non conventionnels, souvent plus onéreux, pour des communautés restreintes ? Les îliens eux-mêmes sont-ils prêts à payer plus cher leur eau, sous prétexte qu'ils vivent sur une île ? En somme : quelles sont les limites de l'égalité structurelle et pécuniaire de la continuité territoriale ? Le principe d'égalité est d'une certaine façon remis en question dès lors que l'insularité marque une discontinuité tant physique que sociétale entre les îles et le continent. Habitues à une gestion autonome de leurs ressources en eau, les populations îliennes ont su faire preuve de « débrouillardise » et « ont pris les devants »⁵² depuis toujours : en témoignent les citernes de réserve d'eau de pluie plus ou moins conservées sur les îles, ou, plus récemment les efforts d'équipements en matériel adapté au contexte, comme la tonne à lisiers utilisée pour vidanger les fosses septiques sur l'île de Sein. Les élus entretiennent également des relations singulières avec les techniciens et ingénieurs des services de l'Etat ou les élus départementaux. Elles sont là encore directement liées au contexte insulaire : quand les maires se déplacent sur le continent, ou, inversement, quand les partenaires continentaux viennent sur les îles, les discussions portent sur l'ensemble des problèmes d'aménagement ou d'équipements auxquels les îles doivent faire face (déchets, eau, énergie, voirie...), et ce généralement pour la journée à cause des rotations

⁵² M. Desjardins, Ingénieur à la D.D.A.F. du Finistère, rencontré à Quimper le 21 mai 2003.

maritimes. Des liens particuliers se tissent, d'autant plus que tous, de leur propre, avec ne restent pas insensibles au charme insulaire (Chiron, 2003).

Tableau 5.6 : Liste récapitulative des entretiens semi directifs menés auprès des gestionnaires des services d'eau.

<i>Îles</i>	<i>Personne entretenue</i>	<i>Thématiques majeures développées</i>
Chausey	Mme Genin (mairie Granville)	Projet d'assainissement de la partie publique Ravitaillement en eau par bateau Limitation des consommations
Ouessant Molène Sein	M. Sévellec (DAFF ⁵³ 29) M. Desjardins (DDAF 29) M. Le Vourc'h (DDE ⁵⁴ 29) M. Raguenes (CEO ⁵⁵ 29) M. Bail (Veolia-Eau) M. Yamgnane (CG ⁵⁶ 29)	Caractère spécifique dans le traitement des problèmes : qualité des eaux brutes, saisonnalité de production Problème du surcoût lié à l'insularité Organisation des travaux Politiques infrastructurelles et financières Continuité territoriale Assainissement collectif et non collectif (Molène et Sein) Pénuries d'eau historiques
Groix Belle-Île Houat Hoëdic	M. Simon (SDE ⁵⁷ 56) M. Le Gall (DDAF 56) M. Busson (SAUR 56) M. Kohaut (SAUR 56) M. Mothiron (SIVOM ABQ ⁵⁸)	
Îles du Ponant	M. Jean (AIP ⁵⁹) M. Le Gentil (Agence de l'Eau)	

L'ensemble des données et références collectées par ces différentes recherches dans les archives, la presse et celles recueillies auprès de mémoires locales, élus municipaux et gestionnaires, constitue un fond d'informations très intéressantes qui, sans être exhaustives, permettent d'appréhender avec une précision suffisante l'évolution de la question de l'eau sur les îles étudiées.

1.2.4. Les missions sur le terrain

Les recherches dans les archives municipales et les quelques entretiens réalisés sur chacune des îles nécessitent évidemment d'y passer de courts séjours de trois à quatre jours consécutifs. Cela requiert une organisation préalable : envoi d'un courrier aux municipalités pour leur exposer l'objet de la recherche et demander l'autorisation de consulter les registres de délibération du Conseil municipal ; réservations des billets de bateau et d'un hébergement. Ce dernier point est parfois un problème hors saison et sur les petites îles telles que Molène, Sein, Houat et Hoëdic où il n'existe pas de structures d'accueil à prix modérés et ouvertes à l'année, du type auberge de jeunesse. Il convient ici de remercier à nouveau le laboratoire Géomer (UMR6554 CNRS) pour la prise en charge d'une grande partie des frais de mission, ainsi que M. Jean de l'Association des

⁵³ Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (29 : Finistère ; 56 : Morbihan).

⁵⁴ Direction Départementale de l'Équipement.

⁵⁵ Compagnie de l'Eau et de l'Ozone.

⁵⁶ Conseil général.

⁵⁷ Syndicat Départemental de l'Eau.

⁵⁸ Syndicat à Vocation Multiple d'Auray-Belz-Quiberon.

⁵⁹ Association des Îles du Ponant.

Îles du Ponant et M. Blanchet, maire d'Hoëdic, pour la mise à disposition d'un hébergement gratuit sur l'île. La mission commençait toujours par la consultation des registres de délibération, laquelle instaure aussi les premiers contacts avec les élus. L'intérêt est de se familiariser dans un premier temps avec l'histoire locale de la gestion de l'eau, de répertorier les points historiques d'alimentation à l'aide des cartes IGN et de photos aériennes, et d'inventorier les principales crises ou pénuries. Ce travail préalable offre par la suite une solide base de discussion pour entamer les entretiens. Très souvent, les élus et personnels administratifs constituent un premier échantillon de personnes interrogées ; ils renseignent également sur les mémoires locales qu'il serait pertinent de rencontrer. Les fins de journée et le dernier jour sont consacrés à l'inventaire des points d'eau historiques et des infrastructures de production d'eau potable. Au total, ce sont 58 jours qui ont été effectivement passés sur le terrain, dont plus des deux tiers sur les îles (tab.5.7).

A raison d'une moyenne de 3 à 4 jours de mission par semaine, c'est près d'une vingtaine de semaines qui a été consacrée à ces recherches de terrain dans les « archives » locales, tant bibliographiques qu'orales. La masse d'informations collectée est relativement importante : elle est distillée avec le plus de pertinence possible dans les développements suivants afin d'illustrer le propos, voire bien souvent de s'y substituer, tant les éléments relevés – citations, réflexions – sont suffisamment explicites.

Tableau 5.7 : Tableau récapitulatif des missions sur le terrain.

Lieu de mission	Temps consacré (jours)	Travail réalisé
Chausey	4	inventaire ISH + entretiens
Batz	3	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Ouessant	6	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Molène	7	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Sein	5	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Groix	4	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Belle-Île	4	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Houat	5	inventaire ISH + entretiens
Hoëdic	4	inventaire ISH + entretiens + archives communales
Total îles	42	
Granville/St Lô	3	entretiens + archives départementales
Brest/Quimper	6	entretiens + archives départementales
Vannes/Auray	6	entretiens + archives départementales et AIP
Nantes	1	entretiens + archives MELVAN
Total continent	16	
Total	58	

ISH : infrastructures hydrauliques

* *
*

2. L'eau, un enjeu historique de l'aménagement insulaire

La doléance molénaise, citée dans l'incipit de ce manuscrit, est une des plus anciennes références recensées dans les archives locales, départementales et bibliographiques consultées ; elle constitue une référence historique majeure pour la recherche menée puisqu'elle rappelle avant tout combien la présence d'eau douce est une condition *sine qua non* à l'installation de l'homme, préalable à la définition même de l'objet géographique « île ». Aux Galápagos, où il n'y a aucun écoulement pérenne et très peu de sources, les premiers colons se sont installés près des failles piégeant l'eau saumâtre et aux abords de résurgences ; l'insuffisance de ressources hydriques abondantes et facilement accessibles a d'ailleurs longtemps retardé la colonisation définitive de l'archipel (Grenier, 2000). Ces deux situations insulaires, pourtant aux antipodes l'une de l'autre, laissent préjuger de la rareté des ressources en eau sur les espaces insulaires et peut finalement témoigner de l'imprégnation ancienne et culturelle de la préoccupation des îliens pour l'eau.

2.1. L'eau, élément fondateur de l'insularité ?

2.1.1. Un élément vital, un enjeu stratégique

Les résultats des investigations dans les différentes archives corroborent, par la présence de nombreuses références à la ressource en eau, cette préoccupation ancienne sur les îles bretonnes. A ce sujet, le bulletin trimestriel de l'Association pour l'Histoire de Belle-Île-en-Mer, daté de juillet-septembre 1973, est consacré à la question de l'eau sur l'île au XVIII^e siècle : il reproduit les extraits d'un ouvrage de F.-M. Le Gallen (1677-1763), *Histoire de Belle-Île*, daté de 1759 et soulignant que le problème de l'eau remonte aux temps les plus anciens. F.-M. Le Gallen développe le cas de la source qui se trouve dans le secteur du Potager, au sud de l'avant port de Palais, à quelques pas de Prat-Moine et de Ros Belec : elle a pour nom « La Normande » et semble à l'origine de l'installation des moines sur le site (fig.5.1). Le père Le Gallen évoque aussi la Belle Fontaine – ou Aiguade Vauban, construite, selon lui, après que Vauban a visité Belle-Île en 1683. Pourtant, les écrits du maréchal n'en font jamais mention, rendant incertaine l'année de sa construction. En cette période de l'histoire française où la menace anglaise est prégnante sur les côtes bretonnes notamment, Belle-Île constitue un site d'autant plus intéressant pour l'ennemi que la Belle Fontaine (ou fontaine Vauban) peut fournir de l'eau en quantité aux escadres (fig.5.2). Les recherches de la Société Historique de Belle-Île indiquent que de nombreuses archives, tant en France qu'en Angleterre, relatent son importance stratégique. Ainsi, en 1761, le commandant de l'escadre anglaise, Lord Keppel, assurait « que cette seule aiguade méritait que sa nation fît les plus puissants efforts pour s'emparer de Belle-Île » (Portier et Poutord, 2006). Quittant l'île en 1763, les Anglais sabotent les tuyaux et la robinetterie de la Belle Fontaine ; le baron de Warren, alors commandant de Belle-Île, livre ces informations en s'adressant au ministre de la Guerre : « A Belleisle. 19 juillet 1763. [...] j'ai aujourd'hui l'honneur de vous représenter que, outre les différentes vilenies que les Anglais ont faites à Belleisle, ils ont dégradé peu de temps avant leur départ les tuyaux et robinets de la belle fontaine de Port Larron [...]. Les Anglais l'ont regardée comme ce qu'il y avait de plus précieux pour eux dans la prise de l'île, leur ayant été de grande importance en fournissant de l'eau à l'escadre

qu'ils avaient devant Rochefort » (Archives départementales du Morbihan, E 1455/2, dans Portier et Poutord, 2006). Il faut dire que le fait de disposer d'une telle ressource locale en eau leur évitait des voyages de ravitaillement en eau entre les côtes méridionales de Bretagne et l'Angleterre.

Figure 5.1 : Fontaine et lavoir de « La Normande » (Belle-Île).



Source : Portier et Poutord, 2001.

Figure 5.2 : La Fontaine ou Aiguade Vauban de Belle-Île.



Une seconde référence datant de cette même moitié du XVIII^e siècle est présente dans l'ouvrage de D. Guillemet (2000) : *Les îles de l'Ouest, de Bréhat à Oléron du Moyen Âge à la Révolution*. Elle concerne les îles de Glénan, dont le rôle stratégique dans les guerres successives contre les Anglais, aux XVII^e et XVIII^e siècles, a amené de nombreux soldats à séjourner dans l'archipel. La question de leur alimentation en eau douce s'est évidemment posée : ainsi, « quelques 50 à 80 hommes sont postés aux Glénan à la même période (Guerre de Sept Ans, de 1756 à 1763). [...] L'approvisionnement des soldats dans les îles qui, le plus souvent, n'étaient même pas autosuffisantes, était également

complexe, la guerre renchérissant de surcroît le fret. Aux Glénan, on dut même faire venir de l'eau douce en 1756, la citerne prévue n'étant pas achevée » (Guillemet, 2000). Il s'agit là de la référence la plus ancienne au ravitaillement en eau des îles par bateau.

Enfin, quelques années après les débuts de la Révolution française, l'« Affaire de Quiberon » en 1795 replace l'eau au centre des destins historiques des îles de Houat et Hoëdic. Suite à la débâcle des émigrés débarqués à Quiberon avec l'aide de l'Angleterre et écrasés par le général Hoche, 2 400 soldats sont contraints de débarquer à Houat « dans le dénuement le plus complet » (Delalande, 1850). Sa voisine Hoëdic est, quant à elle, préservée en raison de ses ressources en eau pour le service de l'escadre anglaise. A Houat, une épidémie meurtrière attaque soldats et îliens et aurait enlevé plus de 1 200 personnes en un mois. Cette épidémie se fixa dans l'île et Houat eut encore à déplorer la mort de plusieurs de ses habitants (*ibid.*). Avant l'affaire de Quiberon, l'île comptait 300 habitants : « Comme ce fut chez eux que tous les blessés français des troupes royales furent transportés et amoncelés sans secours, il en résulta une fièvre jaune qui fit périr environ une trentaine d'habitants » (Bachelot de la Pylaie, 1826). Quelques années plus tard, en 1800, les Anglais réinvestissent d'ailleurs Houat et Hoëdic et y installent hôpitaux, magasins et moulins à vent (Ruz-le-Badézet, 1994).

Plus récente, l'histoire de l'alimentation en eau potable sur l'île de Molène est elle aussi marquée de l'empreinte anglaise. Elle ne commence véritablement qu'à la fin du XIX^e siècle, après que le paquebot anglais *Drummond-Castle* a fait naufrage sur les Pierres Vertes, le 15 juin 1896. Les Molénais ne subviennent jusque-là que difficilement à leurs besoins en eau grâce à l'unique puits de l'île, le puits Saint-Ronan, et surtout aux citernes de récupération des eaux de pluie dont sont équipées nombre de maisons molénaïses. A la suite du naufrage, le Royaume-Uni financera entre autres la construction d'une citerne de 250 m³ de réserve et d'un impluvium, en remerciement du dévouement des îliens pour les naufragés britanniques. La « Citerne des Anglais », dont le nom ne saurait que rappeler l'anecdote historique, est alimentée par un impluvium mitoyen d'une surface de 800 m², et, plus tard, par la collecte des eaux du toit de l'église et du dispensaire voisins (fig.5.3 et 5.4).

Figure 5.3 :
La citerne des Anglais de l'île de Molène.



Figure 5.4 :
L'impluvium des Anglais de l'île de Molène.



A l'époque, l'affaire sera suivie par la presse locale : le bihebdomadaire *Le Finistère* publiera deux articles les 26 et 28 janvier 1897 qu'il est ici intéressant de reproduire intégralement :

« A l'île de Molène. Alimentation en eau.

A la suite du naufrage du *Drummond-Castle*, au mois de juin, dans les eaux de l'île de Molène, un comité s'était formé en Angleterre dans le but de recueillir une souscription, afin de reconnaître, sous une forme utile et durable, la conduite si digne d'éloges tenue par les habitants de l'île envers les victimes de la catastrophe.

L'alimentation en eau potable de l'île de Molène n'étant assurée que très insuffisamment, le service des Ponts et Chaussées du Finistère, consulté à ce sujet, fit connaître qu'il serait utile d'approvisionner l'île en eau pure, que le seul moyen pratique consisterait à recueillir l'eau de pluie dans une citerne étanche, et il présenta à cet effet un projet de travaux avec une dépense approximative de 14 000 francs.

Le comité constitué en Angleterre a approuvé ce projet dans tous ses détails et a fait parvenir au ministre des travaux publics la somme de 14 000 francs qu'exige son exécution.

M. Turrel, Ministre des travaux publics, a donné des ordres pour que les travaux soient immédiatement entrepris. Il faut prévoir qu'ils dureront 5 à 6 mois »⁶⁰.

« A l'île de Molène. Alimentation en eau.

Le *Daily Graphic* annonce que la souscription ouverte en faveur des habitants de l'île de Molène pour leur belle conduite lors du naufrage du *Drummond-Castle* se monte à 1 600 livres sterling (40 000 francs), en sus des 560 livres consacrées à assurer l'approvisionnement en eau douce de l'île. On a commencé une horloge qui coûtera environ 100 livres et on construira un clocher qui en coûtera 600 »⁶¹.

⁶⁰ *Le Finistère*, 26 janvier 1897.

⁶¹ *Le Finistère*, 28 janvier 1897.

Enfin, P. de Gibon (1909), dans sa monographie sur les *Îles de Chausey*, ne manque pas à maintes reprises de mentionner la question de l'eau. L'une d'entre elles est d'autant plus intéressante qu'elle atteste la nécessité de la présence d'eau pour l'anthropisation des îlots, lesquels sont convoités pour d'autres ressources naturelles, le granite en l'occurrence : « Un puits, encore comblé cette année, se remarque bien sur la Meule, mais son existence peut s'expliquer par le séjour des carriers qui ont séjourné là, comme en témoignent des ruines de maisonnettes analogues à celle de divers autres îlots » (Gibon, 1909).

2.1.2. Une question cruciale de salubrité publique

Dans une correspondance du naturaliste Bachelot de la Pylaie datée d'octobre 1822, celui-ci décrit son séjour sur l'île de Sein. Il ne manque pas de rappeler combien la rareté de l'eau y est prégnante et problématique : « Nous étions obligé [...] de prendre aussi notre eau sur le continent car celle de l'île est insoutenable » (Bachelot de la Pylaie, 1826). Les conditions de vie des 475 habitants de l'île marquent l'auteur qui parle de « l'île la plus triste et la plus pauvre de tout l'univers ». Déjà au XVII^e siècle les descriptions des missionnaires soulignent la rudesse des conditions de vie des Sénans : « La barbarie se lit également dans la désorganisation sociale. La misère et les difficultés matérielles des insulaires sont incontestables au XVII^e siècle. Toutefois, les précisions que les missionnaires livrent quant à l'alimentation des insulaires invitent à s'interroger sur leur humanité. Des racines et de l'eau salée constituent autant d'éléments qui ne pas généralement destinés aux hommes et suggèrent ainsi une forme de régression au rang de l'animal » (Salomé, 2003). La qualité de l'eau est clairement problématique puisque saumâtre ; aussi une préoccupation majeure de la municipalité de l'île sera-t-elle, dès la fin du XIX^e siècle, d'améliorer le système d'alimentation en eau potable. En 1866, le Conseil municipal adresse une pétition au Préfet pour la construction d'une citerne qui serait alimentée par les eaux de toitures d'habitations environnantes. Le projet sera finalement abandonné à cause de son prix (Fouquet, 2003). A la fin du XIX^e siècle, le Conseil réitère sa demande dans le souci de mettre « les habitants de l'île de Sein à l'abri de la disette d'eau qui se fait sentir tous les ans », le puits communal ou puits Saint-Guérolé (fig.5.5), ne donnant « qu'insuffisamment une eau saumâtre et sale qui n'est pas du goût de tout le monde ». La citerne sera finalement construite en 1897 et suppléera les trois puits communaux de l'île dont l'eau est saumâtre : les puits Saint Guénolé, du Poul (mare, fosse voire lavoir en breton) et du Lenn (bassin ou lavoir en breton), ainsi que les citernes individuelles. A l'époque, seuls 40 des 190 ménages de l'île en sont équipés⁶². La construction de la citerne fera l'objet d'un article dans le bihebdomadaire *Le Finistère*, le 31 octobre 1896 : il rappelle « [...] tout l'intérêt que représente la réalisation du projet dont il s'agit, non seulement pour la population insulaire, mais pour les nombreux marins étrangers qui fréquentent cette station de pêche ». La commission du Pari Mutuel, « soucieuse de venir en aide aux populations si pauvres de cette commune », votera en ce sens une subvention de 7 000 Fr. Si, dans sa *Topographie médicale de l'île de Sein*, L. Gouzien (1887) n'y fait jamais allusion, la mauvaise qualité de l'eau fait de nouveau l'objet d'une convocation du Conseil municipal de l'île, le 14 juin 1903 :

« Différentes causes de contaminations rendent les eaux de l'île impropres à l'alimentation ; tout au plus peuvent-elles servir normalement au lessivage du linge : de là une gêne continuelle pour toute

⁶² Conseil municipal de l'île de Sein, 21 mai 1893.

la population et un danger permanent de santé publique. Pour remédier à cette situation, deux questions sont à envisager :

- l'épuration des eaux des puits et de la citerne communale,
- l'augmentation des eaux potables.

Les puits sont à ciel ouvert et reçoivent les embruns salins ; ce qui rend les eaux saumâtres. Le puits de Saint-Guérolé, dans lequel on descend par 22 marches pour puiser, est contaminé par les boues et la poussière des sabots. Celui du Poul est entouré d'habitations et son voisinage sert de dépôt aux fumiers et autres détritiques. Le puits de Lenn reçoit les eaux d'écoulement de la mer qui stagnent dans cette partie déclinée du sol de l'île. De là ressort l'indication de recouvrir ces puits surtout ceux de Saint-Guérolé et du Poul et d'y adapter des pompes. La citerne communale : cette citerne a été construite en 1897 au moyen d'une subvention de 7 000 francs du pari mutuel. Elle est aujourd'hui hors d'usage faute de surveillance et d'entretien : la plate forme destinée à recueillir les eaux pluviales est souvent convertie en sentine ; les puisards sont laissés ouverts et se pénètrent de toutes parts de détritiques ; la pompe est hors de service. La mise en état de la citerne en général exigerait sa désinfection et sa restauration ».

Figure 5.5 : Le puits Saint-Guérolé, île de Sein.



La question de la suffisance, tant quantitative que qualitative, des ressources en eau ne se pose évidemment pas que sur l'île de Sein, laquelle, si singulière physiquement, demeure d'une certaine façon une île emblématique de la problématique traitée. Ainsi au XIX^e siècle à l'hôpital de Belle-Île, situé à Le Palais, « de tous les problèmes, le plus important fut toujours celui de l'eau, de son approvisionnement comme de sa qualité : l'hôpital fut longtemps alimenté par un puits qui tarissait l'été et par une citerne dans laquelle on recueillait les eaux pluviales. Au début du XX^e siècle, alors que l'approvisionnement en eau est assuré par le réservoir de la Normandie, on s'interroge sur l'étanchéité des canalisations qui traversent le bassin de la Saline et qui y croisent l'égout

de l'hôpital. Aussi est-il recommandé de ne donner aux malades que de l'eau bouillie » (Portier et Poutord, 2001).

De plus en plus prégnant, le souci hygiéniste rend indispensable les aménagements hydrauliques au début du XX^e siècle : construction et entretien des fontaines et lavoirs, installation de pompes et construction de citernes de stockage. La loi du 13 février 1902 et son décret d'application du 10 février 1903, relatifs à la salubrité publique, désignent désormais les maires comme les responsables de l'hygiène générale sur le territoire de leurs communes. Ainsi en 1907, sur l'île de Groix, le maire :

« Considérant que les circonstances actuelles imposent à la municipalité le devoir de recourir aux moyens les plus prompts et les plus sûrs d'atténuer toutes les causes d'infection, afin de prévenir et d'arrêter les effets de toute maladie épidémique ou contagieuse, arrête :

Art.1. Il est expressément défendu à tout habitant de jeter par les fenêtres dans les rues et cours soit de jour soit de nuit, aucune eau propre ou sale, urine, matière fécale, gravoir, ou ordure de quelque nature qu'elle put être.

Art. 2. Il est également fait défense de laver du linge au fil des herbages aux puits et fontaines publics, d'y mener boire des chevaux et bestiaux, principalement de ne pas puiser de l'eau avec les seaux ou tout autre récipient dans lequel ils s'abreuvent, en un mot, d'altérer, de quelque manière que ce soit, la limpidité et la pureté des eaux desdits puits et fontaines⁶³ ».

Dans les années 1920 et suivantes, de nombreux arrêtés municipaux sont également pris pour lutter contre les rejets d'eaux usées et les dépôts d'ordures et de fumiers devant les maisons ou dans les rues. En 1921, le maire de l'île de Sein arrête :

« [...] Ayant en vue l'intérêt général et le maintien du bon état santé de la population ; après avoir reçu l'avis favorable du médecin de l'île, qu'il est interdit de jeter à toute heure du jour ou de la nuit au pied des murs et des quais des ordures ménagères, eaux de lavage ou débris d'aucune sorte ; que les ordures devront être déposés en des points toujours recouverts par la mer tout au moins à marée haute. Procès verbal sera dressé aux contrevenants »⁶⁴.

En 1924, un arrêté du maire d'Hoëdic concernera le purin et autres immondices répandues près des maisons : « Les habitants de la commune ont la mauvaise habitude de répandre près de leurs maisons le purin des écuries et d'autres immondices telles que ordures, déchets de poissons, etc.... et qu'il importe de préserver les habitants de l'influence des odeurs qui s'en dégagent ». Un premier article interdit de répandre et de laisser séjourner près des maisons d'habitation le purin, les déchets de poisson et autres immondices ; un second demande aux habitants de déposer toutes les ordures sur les fumiers et aux endroits assignés déjà par l'autorité municipale⁶⁵.

L'attention est, à ce titre, tout particulièrement portée sur une catégorie de la population insulaire : celle des enfants. Trois décisions municipales, prises sur les îles de Sein, Groix et Ouessant en témoignent. La première concerne les élèves de l'école primaire sénane, à la fin du XIX^e siècle : le Conseil municipal reconnaît « que la citerne

⁶³ Arrêté du maire de l'île de Groix du 10 mars 1907.

⁶⁴ Conseil municipal de l'île de Sein : arrêté municipal du 22 juillet 1921.

⁶⁵ Conseil municipal de l'île d'Hoëdic, 13 juillet 1924.

de l'école communale est trop petite pour contenir la quantité d'eau suffisante pour la consommation de l'établissement, ce qui oblige les institutrices à recourir à l'obligeance de leurs voisins qui parfois eux mêmes sont privés d'eau »⁶⁶. En 1919, c'est la construction d'un puits à l'école de Locmaria, sur l'île de Groix, qui est soumise à l'avis du Conseil municipal, lequel ne suivra pas les recommandations préfectorales :

« M. le maire donne lecture à l'assemblée d'une lettre de M. le Préfet du Morbihan en date du 6 décembre 1918 dans laquelle il fait savoir que l'école de Locmaria ne possède pas de puits et qu'il y aurait lieu d'en établir un. Il demande à l'assemblée de vouloir bien délibérer et donner son avis sur le sujet. Le Conseil municipal après avoir délibéré, considérant que l'école en question n'est distante tout au plus que de 150 mètres environ de la fontaine où l'eau est très potable, qu'en outre l'emplacement de la cour où devrait être creusé le puits est très élevé, ce qui amènerait une dépense d'au moins 1 000 franc, que l'épidémie de grippe qui a sévi sur le globe entier ne provient pas de l'eau, à l'unanimité des membres présents décide de ne pas donner suite à M. le Préfet pour l'établissement d'un puits à l'école du village de Locmaria »⁶⁷.

Enfin, sur l'île d'Ouessant, « après avoir entendu les explications de son président concernant l'intérêt, pour la population en général et les enfants des écoles en particulier, que présenterait l'installation de douches municipales et WC publics à Ouessant », le Conseil municipal en décide la construction dès que possible près de l'église⁶⁸. Cette dernière délibération est bien plus tardive dans l'histoire des îles du Ponant, et préfigure déjà de l'amélioration générale des conditions de la vie insulaire dans les années 1960.

2.1.3. Des crises sanitaires graves imputées au manque d'eau

Sur certaines îles du Ponant, la ressource en eau ne manque pas d'engendrer des crises sanitaires conjoncturelles, à l'instar du cas ouessantin : en 1898, l'administration de la guerre demande que la commune vote un crédit de 350 F pour payer les travaux d'aménagement de la fontaine de Saint-Paul à Pen ar Guear, la rumeur accusant cette fontaine d'être une des causes de la fièvre typhoïde qui sévit alors sur l'île⁶⁹ (Guen, 1994). Par ailleurs, les constatations du docteur Bohéas semble indiquer une hygiène sommaire chez les îliens puisqu'il s'étonne de l'importance des dermatoses observées, dues à un défaut absolu des « soins du corps » ; il remarquait aussi une « véritable horreur de l'eau et des lavages » (Bohéas, 1883).

Pourtant épargnée de la catastrophe sanitaire de l'épilogue de l'« Affaire de Quiberon » à la fin du XVIII^e siècle, grâce à l'abondance reconnue des ressources hydriques, l'île d'Hoëdic va connaître une crise sanitaire durant les hivers 1910 et 1911 : le Conseil municipal sollicite alors le Préfet et le Conseil général du Morbihan afin qu'ils lui accordent une subvention pour la réfection des pompes et les réparations urgentes à faire aux fontaines publiques :

⁶⁶ Conseil municipal de l'île de Sein, 20 juin 1880.

⁶⁷ Conseil municipal de l'île de Groix, 23 février 1919.

⁶⁸ Conseil municipal de l'île d'Ouessant, 11 janvier 1959.

⁶⁹ Conseil municipal de l'île d'Ouessant, 4 juin 1898.

« Considérant que les pompes des fontaines publiques sont complètement hors de service et ne fonctionnent plus du tout ; considérant d'autre part qu'à l'occasion de l'épidémie de grippe infectieuse qui a sévi en janvier 1910, M. le Préfet rappelait que les prescriptions du règlement sanitaire en vigueur n'étaient pas observées et qu'il en imposait l'application à notre commune, lettre du 1er février 1910 ; considérant qu'en janvier et février 1911 l'épidémie a fait un retour et que le nombre de malades a dépassé deux cents, le Conseil soucieux de la santé publique est désireux de faire son possible pour prévenir les causes des maladies, mais la commune n'ayant absolument aucune ressource, est dans l'impossibilité d'en créer »⁷⁰.

La question sera réexaminée vingt-cinq ans plus tard, avant que la construction d'un lavoir convenable ne soit adoptée pour enrayer, par l'hygiène, les trop nombreuses épidémies qui sévissent à tout moment dans l'île : « Le lavoir s'impose parce que l'actuel est insuffisant et ainsi explique-t-on toutes les épidémies qui sévissent ». Preuve de l'enjeu crucial de ce lavoir, le Conseil décide de réaffecter la somme de 50 000 F, prévue initialement pour la construction d'un préau à l'école communale, à la réalisation de ce lavoir⁷¹.

Enfin, en guise de conclusion, il convient de revenir sur le cas molénais, avec une première crise sanitaire recensée en 1921, alors qu'une sécheresse intense affecte la France (Dubreuil, 1994). En juillet, les 679 Molénais se retrouvent dans une situation très délicate :

« Molène est sans eau. La citerne des Anglais, celle de l'abri du Marin, ainsi que toutes les citernes ménagères sont épuisées [...]. Un seul puits fournit aux habitants une eau non potable [...] et saumâtre. Ce puits aussi est presque épuisé. [...] L'état de santé général s'en ressent un peu et si cela continue, de graves épidémies sont à craindre »⁷².

Les conditions climatiques de l'année de sécheresse de 1949 révéleront à nouveau la vulnérabilité du système d'alimentation en eau de l'île de Molène, avec la crise la plus grave qu'ait connue l'île : « [...] La question de l'alimentation en eau potable de l'île est particulièrement délicate », d'autant plus qu'« une récente épidémie, qui a surtout sévi parmi les nourrissons de Molène, nous fait un devoir impérieux de remédier à cette situation »⁷³. La citerne communale sera même fermée, suite à « des cas mortels [...] dont la cause est imputable à la qualité de l'eau »⁷⁴. Face à la pénurie, les îliens sont soumis à un rationnement de leur consommation à dix litres par jour et par personne. La précocité et la durée de la sécheresse obligeront les élus à demander le ravitaillement de l'île par la Marine nationale. Le 10 mai, un navire militaire apportera 60 tonnes d'eau ; le 21 juin, ce seront 180 tonnes qui sauveront les îliens de la disette. Enfin, la crise persistant, un dernier ravitaillement aura lieu en octobre⁷⁵.

⁷⁰ Conseil municipal de l'île d'Hoëdic, 26 février 1911.

⁷¹ Conseil municipal de l'île d'Hoëdic, 4 octobre 1936.

⁷² Conseil municipal de l'île de Molène, 19 juillet 1921.

⁷³ Conseil municipal de l'île de Molène, 10 juillet 1949.

⁷⁴ Conseil municipal de l'île de Molène, 3 décembre 1949.

⁷⁵ Conseil municipal de l'île de Molène, 2 octobre 1949.

2.2. Les points d'eau historiques des îles dans la première moitié du XX^e siècle

2.2.1. Puits, fontaines, citernes et lavoirs publics

Les premiers travaux d'adduction d'eau ont concerné les points d'eau historiques des îles : les fontaines, les puits et les lavoirs. Sur les îles du Ponant, il n'existait, avant le XIX^e siècle, que des « lavoirs-trous » ou doués, qui n'étaient autre chose que des mares autour desquelles des pierres étaient disposées pour les lessives. Sur l'île de Groix, « tous les villages n'avaient pas leur lavoir ni même leur trou. Les femmes du Méné, pour la plupart, lavaient dans des fûts coupés en deux et remplis à seau d'eau du puits ou de la fontaine » (Bellec, 1994). A Ouessant, jusqu'à la mise en place du réseau d'eau potable sur l'ensemble du territoire insulaire, au cours des années 1960, les habitants s'approvisionnent en eau grâce aux nombreux puits et fontaines que compte l'île (Bohéas, 1883 ; Appriou, 1979). Dans la première moitié du XX^e siècle, en raison des préoccupations hygiénistes et de l'application de la loi relative à la protection de la santé publique du 19 février 1902, de vrais lavoirs seront construits sur la plupart des îles : Hoëdic, Houat, Belle-Île, Ouessant et Groix. Sur les trois dernières, il s'agit d'améliorer le confort de vie des îliens en installant des lavoirs maçonnés dans tous les hameaux. A Ouessant par exemple, la décision de construire trois lavoirs est prise en 1932 pour les villages de Porz Gueguen, Kergoff, et Poull i Gouchen⁷⁶ ; par ailleurs, un certain nombre de délibérations concerne l'entretien des lavoirs publics. Dès les années 1850, la municipalité groisillonne approvisionne les dépenses additionnelles de son budget pour réparation et constructions de fontaines et de lavoirs. Ce sont ainsi dix-neuf délibérations qui évoquent la question entre 1851 et 1898. Dans les années d'après-guerre, deux lavoirs seront construits dans des villages importants de l'île de Groix :

« M. le président expose à l'assemblée qu'il y a lieu de faire exécuter les travaux de construction d'un lavoir à Praceline-Loctmaria, lequel sera d'une utilité incontestable pour les habitants du village de Loctmaria, gros village de près de 1 000 habitants qui ne dispose que d'un seul lavoir »⁷⁷.

« Considérant que les habitants du village de Créhal sont dans l'obligation de blanchir leur linge dans des endroits qui laissent beaucoup à désirer quant au point de vue hygiène, ou de se rendre dans des lavoirs éloignés de leur habitation, qu'il y a lieu de ce fait de leur donner satisfaction »⁷⁸.

Sur l'île d'Hoëdic, la construction déjà évoquée d'un lavoir est décidée en 1936⁷⁹. Jusque-là, il semble que l'île ne disposait que d'une fontaine publique et d'un lavoir, selon les indications de V.-E. Ardouin-Dumazet en 1903 : « La fontaine publique et le lavoir ont été préservés des souillures par un mur cyclopéen ». En outre, « dans l'Argol viennent se perdre les eaux douces, nées dans la fontaine sous l'église et alimentant le lavoir public » (*ibid.*). A Molène et Sein enfin, l'alimentation en eau potable reposera longtemps sur l'exploitation de rares puits, puis, à la fin du XIX^e siècle, sur les réserves d'eau de pluie contenues dans des citernes communales : la citernes des Anglais sur la première, celle de l'Ifran pour la seconde. A aucun moment, la présence de lavoirs

⁷⁶ Conseil municipal de l'île d'Ouessant, 1932.

⁷⁷ Conseil municipal de Groix, 16 novembre 1924.

⁷⁸ Conseil municipal de Groix, 5 avril 1925.

⁷⁹ Conseil municipal de l'île d'Hoëdic, 4 octobre 1936.

sur ces deux îles n'est évoquée, ce qui est d'ailleurs confirmé *in situ*. La construction de nouveaux puits est décidée en 1893 sur l'île de Molène ; ces puits seront gérés en régie communale :

« [...] Grâce à la sécheresse qui sévit en ce moment les puits de l'île sont presque à sec et ne donnent plus qu'une eau bourbeuse, aussi, dans l'intérêt de tous les habitants, [le Conseil municipal] demande à ce que ces travaux soient exécutés le plus tôt possible »⁸⁰.

Malgré la précarité hydraulique molénaise, il peut paraître étonnant qu'un puits y ait été supprimé : c'est pourtant une décision du Conseil municipal concernant le puits communal situé sur la petite place bornée au nord par la rue allant à l'église, celui-ci ayant été rempli de détritiques et de pierres, « le conseil à l'unanimité a décidé de faire ôter les pierres formant l'entourage du puits et de rendre la place ainsi unie »⁸¹.

Tableau 5.8 : Nom des fontaines et des puits historiques des îles de Molène, Sein, Houat et Hoëdic.

<i>Île</i>	<i>Principaux points d'eau historiques</i>
Molène	Puits Saint-Ronan et puits du Nord
Sein	Puits Saint-Guérolé, du Poul* et du Lenn*
Houat	Fontaines de la Plage et Saint-Gildas, puits du bourg, source de Salus
Hoëdic	Fontaines de l'Argol et des Anglais, puits du bourg

D'après les archives, entretiens et inventaires *in situ*.

* aujourd'hui disparus.

2.2.2. Le lavoir, lieu social

Sur les petites îles de Molène et Sein, il n'y avait pas de lavoir : les femmes faisaient les lessives sur les roches plates en bord de mer, rinçant le linge à l'eau douce récupérée dans des trous naturels ou pratiqués dans la roche (fig.5.6). En revanche, les cinq autres îles étudiées étaient pourvues de lavoirs ou de doués, au moins au début du XX^e siècle. Si Houat et Hoëdic ne comptaient qu'un lavoir, respectivement dans le vallon et au port de l'Argol, les îles de Belle-Île, Ouessant et Groix possédaient généralement un lavoir par hameau. Sur cette dernière, pléthore de décisions mentionnent la nécessité de construire ou de réparer ces points d'eau indispensables à la population. Pour exemple cette délibération du Conseil municipal de Groix du 21 décembre 1879 :

« [...] Considérant en outre que des travaux urgents tels que réparations aux fontaines, puits et lavoirs n'ont pu être exécutés faute de ressources suffisantes et que ces édifices sont dans un état de délabrement complet », le Conseil demande à la Commission départementale chargée de la répartition des fonds de secours une subvention de 1 200 francs qui permettrait de donner du travail aux ouvriers que le chômage plonge dans la misère ».

A cette époque, il en est de même à Belle-Île et, plus particulièrement, à Le Palais où un membre du Conseil municipal ne manque pas de rappeler « que la ville du Palais

⁸⁰ Conseil municipal de Molène, 31 mars 1893.

⁸¹ Conseil municipal de Molène, 22 février 1920.

est toujours privée de lavoirs publics »⁸². Il existe pourtant la fontaine et le lavoir de la Normande – ou du Regard – construits par les Ingénieurs du Génie vers 1750 pour le blanchissage des draps de la garnison. Les Palantins utilisent également ce lavoir, ce qui n'est pas sans susciter certaines tensions autour de l'usage des lieux. Dans le village de Locmaria, la création d'un lavoir est débattue bien plus tardivement, en 1915 : « La construction d'un lavoir à proximité du bourg présente également un caractère d'utilité publique tel qu'on se demande comment cette construction n'a pas été sollicitée précédemment. C'est sans doute le manque de ressources de la commune qui a ajourné ces travaux »⁸³.

Figure 5.6 : Ancienne vasque dans la roche servant de lavoir, sur l'île de Sein.



Deux entretiens avec des Ouessantins⁸⁴, fondés sur leurs souvenirs personnels et les témoignages des anciens, et un après-midi passé en compagnie de cinq Ouessantines à l'écomusée du Niou pour une rencontre du *gorses*⁸⁵, ont permis de glaner un certain nombre d'informations concernant l'usage des lavoirs. Ainsi, le lavage du « gros linge » (draps notamment) se faisait effectivement dans des lavoirs qui se trouvaient assez souvent dans les prairies, là où les sources jaillissent. L'entretien était assuré par les riverains qui « rinçaient avec des brosses et des balais-brosses le lavoir chaque semaine : une palette en bois, dont les dimensions avoisinaient 15 cm sur 15 environ, se transmettait d'une personne à l'autre pour dire à qui incombait cette tâche. Son non respect engendrait des « sanctions », généralement deux semaines de nettoyage de rang. La discipline était de toute façon respectée : il s'agissait d'une « obligation », « c'était la vie ou la mort ». Les femmes du *gorses* aiment à rappeler que le lavoir était pour elles un lieu de rencontre où elles discutaient, riaient, chantaient parfois ; un lieu où des clans existaient aussi. Sur chacune des trois îles, chaque femme avait son lavoir attitré, celui de son village. Et, quand celui-ci ne possédait pas de lavoir, il fallait se rendre dans un autre village. De même, à Locmaria, sur l'île de Groix, « les femmes qui habitaient à l'est du village se

⁸² Conseil municipal de Le Palais, 14 février 1875.

⁸³ Conseil municipal de Locmaria, 15 février 1915.

⁸⁴ Entretien à Ouessant avec M. Louis Savina, le 25 mars 2004, et M. Louis Botquelen, le 31 mars 2004.

⁸⁵ Rencontre du *gorses* à Ouessant, le 1^{er} avril 2004.

rendaient à Praceline, celles du port et du milieu du village lavaient au grand douet près de la chapelle de Notre Dame de Placemanec, les autres faisaient leur lessive à Pokado avec les femmes du Crochet qui n'avaient pas de lavoir dans leur village. [...] le lavoir de Praceline était réputé pour sa bonne ambiance et pour l'entraide qu'il y avait » (Bellec, 1994). Et pour rappeler cette époque révolue – les femmes ne vont plus au lavoir depuis les années 1960, voire le début des années 1970, où les réseaux d'alimentation en eau potable domestique ont été installés, ces paroles d'une chanson apprise par les enfants de Groix au début du XX^e siècle (*ibid.*) :

« Le vieux moulin de grand-père assis au bas du coteau chante le journée
entière levé tard et couché tôt. Il écoute les commères du lavoir de son
étang, dont les langues de vipères ne font pas trêve un instant. Lave donc
petite fille tik-tak, ton linge sale en famille tik-tak, et passe au bleu tout
le tien avant celui du voisin... ».

Les lavoirs restent des lieux exclusivement féminins : leur usage et leur entretien incombant aux seules femmes qui les fréquentaient. Ceux du bourg et de Locmaria étaient les plus grands et étaient entretenus bénévolement. Ailleurs, c'étaient les utilisatrices qui se servaient du lavoir qui l'entretenaient à tour de rôle. Les *douëts* étaient nettoyés au moins toute les semaines, et l'été, une nuit n'était parfois pas assez pour le remplir : il était alors vidé le samedi pour qu'il ait le temps de se remplir dans la journée du dimanche. Le nettoyage des fontaines était, quant à lui, réservé aux hommes : elles étaient vidées tous les trois ou quatre mois, javellisées et passées à la chaux afin d'éviter la formation des mousses (Bellec, 1994).

L'atmosphère relatée autour des lavoirs n'est sans doute pas propre aux îles ; il n'en demeure pas moins que l'usage régulier en fait un lieu de vie social fort (fig.5.7), tout comme les fontaines et les puits en leur qualité de points centraux de la vie quotidienne des îliens. Les archives et les témoignages recueillis lors des entretiens ont également révélé l'existence de représentations collectives autour de la ressource en eau qui se traduisent par des pratiques traditionnelles, voire des croyances. Mais, en premier lieu la ressource en eau a surtout suscité de réelles tensions sociales inhérentes à deux types de facteurs : exogènes d'une part, endogènes d'autre part.

**Figure 5.7 : Le lavoir de l'île d'Hoëdic en 1932
(extrait du film de Jean Epstein, *L'Or des Mers*).**



Source : Association Melvan.

3. Réalités et représentations sociales de la ressource hydrique

3.1 Emergence des tensions sociales autour de la ressource en eau

3.1.1. La prévalence des facteurs exogènes

Les situations de pénuries d'eau ont parfois été les catalyseurs de véritables tensions sociales autour de la ressource en eau et de son utilisation. Outre les garnisons militaires, ce sont surtout les migrations saisonnières qui, jusqu'à la fin de la première moitié du XX^e siècle, révèlent les déficits structurels hydrauliques de certaines îles, en exacerbant la pression humaine sur les maigres ressources en eau insulaires. Ainsi, en 1875, un rapport du conducteur des Ponts et Chaussées à Belle-Île mentionne qu'« assez souvent les sources dont le produit fournit de 50 à 20 litres par minute, devient insuffisant pendant l'été à cause des nombreux marins que la pêche de la sardine ajoute à la population insulaire » (Association pour l'Histoire de Belle-Île-en-Mer, 1973). De même, un article du *Magasin Pittoresque* mentionnait l'existence de fontaines en divers sites de l'archipel de Chausey, tels que sur Grande-Île et l'Île-aux-Oiseaux, ces points d'eau servant au ravitaillement des marins : « l'eau de ces fontaines, qui ne tarissent jamais, est excellente, et les cutters de l'Etat qui y viennent renouveler leur provision la trouvent bien préférable à celle que l'on puise dans les ports voisins »⁸⁶.

Ces éléments historiques rappellent le rôle stratégique des îles qui constituent des points de ravitaillement pour les pêcheurs et marins extérieurs. Des indices toponymiques rappellent justement cette vocation : ainsi sur l'île d'Ouessant, au Porz an Dour – littéralement le port de l'eau, les marins au mouillage dans la baie du Stiff venaient s'approvisionner en eau potable à la source qui jaillit là (PNRA, 1979b). Sur l'île de Groix, c'est la fontaine sur les hauteurs de Port-Tudy, appelée la Fontaine des Thoniers, qui témoigne de l'usage particulier de l'eau de cette source (San Quierce, 1994). Cette fontaine fera d'ailleurs l'objet d'une décision municipale en 1924, prévoyant un projet d'adduction d'eau directe des quais du port, « considérant que le projet répond à un besoin urgent et qu'il produira une sérieuse amélioration pour l'hygiène publique et aussi pour la ravitaillement des bateaux de pêche qui ne cessent de fréquenter le port »⁸⁷.

Les plus grandes difficultés sont vécues sur les plus petites îles, parmi lesquelles Molène et Sein. Celles-ci sont effectivement attractives pour les goémoniers et les pêcheurs continentaux qui viennent exploiter leurs riches ressources naturelles marines. Compte tenu de ses maigres réserves en eau, les habitants de l'île de Sein gèrent celles-ci de manière très rationnelle, gestion fondée sur une stratégie de stockage en prévision de la saison sèche. Le Conseil municipal décidera de fermer la citerne communale pendant la saison hivernale, arguant que « [...] la fréquence des pluies permet à la population de s'alimenter très facilement en eau potable pendant la mauvaise saison »⁸⁸. En 1900, il s'agira ainsi de « conserver l'eau pour la saison sèche », considérant « que la construction de l'église attirera à l'île un grand nombre d'ouvriers et que la consommation de l'eau en sera augmentée »⁸⁹. Outre cette immigration ponctuelle d'ouvriers, la gestion de la demande en eau est d'autant plus problématique pour les Sénéens qu'à la population îlienne vient s'ajouter celle de nombreux pêcheurs continentaux. Au début de l'été 1900, un droit sur l'eau pour l'accès à la citerne est

⁸⁶ *Le Magasin Pittoresque*, 1861.

⁸⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 9 mars 1924.

⁸⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 27 novembre 1898.

⁸⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 25 novembre 1900.

évoqué pour faire face aux dépenses engendrées par l'entretien de la citerne, mais aussi parce que « l'eau, si rare pourtant à l'île de Sein, est journellement gaspillée »⁹⁰. Une telle proposition montre combien la suffisance en eau est préoccupante pour une île par ailleurs indigente. La gratuité de la ressource est remise en cause, certes pour financer les équipements, mais aussi pour sensibiliser les îliens et immigrés saisonniers à des usages raisonnés et responsables. Cette situation est décrite dans l'extrait suivant, tiré des registres des délibérations du Conseil municipal :

« D'après le dernier recensement, la population de l'île de Sein s'élève à 1003. A cette population viennent s'ajouter pour les pêches d'hiver les équipages de 30 bateaux de Douarnenez soit 300 hommes, et pour la pêche d'été de mai à novembre ceux de Paimpol et de Camaret, avec leurs familles, environ 1 000 personnes. Durant les mois d'été, la population de l'île se trouve donc à 2 000 habitants. [...] En temps normal, la quantité d'eau est tout à fait insuffisante, et, quand l'île a reçu son contingent annuel de population étrangère, l'eau manque totalement. De plus, différentes causes de contaminations rendent les eaux de l'île impropres à l'alimentation ; tout au plus peuvent-elles servir normalement au lessivage du linge : de là une gêne continuelle pour toute la population et un danger permanent de santé publique »⁹¹.

Le goémon constitue un autre type de richesses marines insulaires convoitées par des goémoniers continentaux (Arzel, 1987). Si son exploitation n'est pas sans susciter des conflits territoriaux sur les côtes du nord de la Bretagne (Le Bouëdec, 2002), elle influence également la politique locale de gestion de l'eau sur l'île de Molène. La situation hydrique critique de l'île en 1921, en conséquence de la sécheresse exceptionnelle de cette année-là, va révéler un contentieux entre les îliens et les goémoniers qui fréquentent l'archipel. Une souscription est ouverte pour réparer le puits Saint-Ronan (fig.5.8), souscription à laquelle les ménages mais aussi les goémoniers sont sommés de participer. Ceux-ci font à ce titre l'objet d'une première délibération en 1921, soulignant les conséquences de leurs besoins en eau :

« Tantôt les goémoniers des îles avoisinantes [...] en venant vendre leur poisson à Molène demandent de l'eau. Donc à ce moment la privation est terrible et pour les hommes en mer, comme pour les femmes qui travaillent aux champs, à eux plus qu'à tout autre l'eau potable est nécessaire. L'état de santé général s'en ressent un peu et si cela continue, de graves épidémies sont à craindre »⁹².

La crise est de nouveau patente au début de l'été 1924, où la municipalité molénaise prend une mesure plus radicale à l'encontre des goémoniers : « Comme il y a pénurie d'eau, désormais défense est faite aux goémoniers des îles : Banneg, Balaneg, Triélen et Quéménès de puiser de l'eau au puits dit de Saint-Ronan »⁹³. Afin de préserver la qualité de son eau, il sera également interdit d'attacher les chevaux aux murs qui l'entourent. Il est également demandé aux goémoniers du Lédénès de se « débrouiller d'avoir de l'eau pour leurs chevaux, d'ailleurs au début de la saison ils avaient été invités à creuser un puits ; pour faire ce puits on leur donne un délai de quinze jours, l'eau pour les hommes sera fournie par l'île »⁹⁴. C'est cette même année que les archives de la

⁹⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 3 juin 1900.

⁹¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 14 juin 1903.

⁹² Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 19 juillet 1921.

⁹³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 22 juin 1924.

⁹⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 22 juin 1924.

mairie mentionnent pour la première fois un ravitaillement en eau de l'île par la Marine nationale. L'année suivante, les choses semblent revenir à la normale : les quelque douze goémoniers de l'île sont de nouveau autorisés à venir prendre de l'eau au puits Saint-Ronan⁹⁵.

Figure 5.8 : Le puits Saint-Ronan, île de Molène.



Quelques années plus tard, en 1933, la municipalité demandera au Conseil général de l'aider à payer la facture du ravitaillement en eau de l'île par la Marine nationale, « considérant que périodiquement les citernes de la commune sont dépourvues d'eau, que par humanité, la commune et les particuliers alimentent gracieusement en eau potable les nombreux goémoniers des îles voisines et les pêcheurs étrangers, que les citernes nécessitent des frais considérables, et que le prix de revient l'eau a plus que doublé »⁹⁶. Il faut dire que la vie des goémoniers de l'archipel de Molène est difficile, à l'instar de ceux de l'île aux Chrétiens qui, dans ces mêmes années 1925-1930, sont contraints d'aller chercher l'eau sur l'île voisine de Trielen. Là, les îliens ont creusé un puits et, « près de chaque porte de bois rugueux, un tonneau est placé pour recueillir l'eau de pluie » (Bramoullé, 2000) (fig.5.9).

Les exemples bellilois, chausiais, molénais et encore sénan illustrent combien les déséquilibres des besoins en eau, par la venue de populations allogènes, peuvent engendrer des difficultés pour l'alimentation en eau de la population. L'insuffisance des ressources hydriques a pu être créatrice de tensions sociales, justifiées par un fort risque sanitaire dû au manque et à la mauvaise qualité de ces mêmes ressources. Les difficultés hydriques chroniques prennent conjoncturellement un caractère critique sous l'influence de deux facteurs :

- le facteur humain et la surpopulation estivale qui accroissent les besoins en eau,
- le facteur naturel climatique et les sécheresses estivales qui exacerbent l'insuffisance des réserves.

⁹⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 25 mai 1925.

⁹⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 24 décembre 1933.

Cependant, plutôt que d'usages, ne vaudrait-il pas mieux parler de conflits d'usagers des îles, pour lesquelles la disponibilité limitée des ressources en eau pose déjà la question de leur capacité de charge ? Cette même capacité de charge qui est au cœur de la problématique contemporaine de l'eau sur des îles désormais soumises à une forte attractivité touristique.

Figure 5.9 : Puits et abreuvoir de l'île de Trielen avec, au second plan, l'île de Molène.



Cliché : P. Stéphan.

3.1.2. Les facteurs endogènes : le parcellaire foncier

Aux facteurs anthropiques exogènes, il convient d'ajouter certaines difficultés induites par des tensions endogènes. Elles sont relatives à des droits de passages pour l'accès aux points d'eau ou encore à des transferts de propriété privée rendus difficiles par la complexité du parcellaire insulaire. Les recherches en archives municipales ont révélé des exemples intéressants à Ouessant et Groix surtout. Mais le conflit bellillois, à Le Palais, mérite d'être noté, car singulièrement différent : il oppose l'utilité publique aux servitudes militaires imposées par les fortifications de la ville. Ainsi, c'est autour de la fontaine et du lavoir de la Normande – aussi appelés fontaine et lavoir du Regard – que se focalisent certaines tensions entre populations civile et militaire. En 1824, les villageois se plaignent, en effet, de la présence des soldats autour du doué : l'Armée en interdit alors l'accès au public (Portier et Poutord, 2001). En 1860, un autre contentieux entre la population et l'administration militaire émerge lorsqu'il est question de couvrir ce même lavoir du Regard, sur proposition du sous-préfet du Morbihan, et ce « pour garantir les femmes des intempéries et de l'ardeur du soleil »⁹⁷. Le Conseil municipal ne donnera pas suite à ce projet, arguant « qu'il [le lavoir] est compris dans la première zone des servitudes défensives de la place, zone dans laquelle nul particulier ne peut être autorisé à élever des constructions ; que les travaux d'enceinte de la ville en voie d'exécution modifieront très probablement l'état actuel des lieux et pourront même faire disparaître le lavoir, soit pour la construction d'une porte projetée en cet endroit soit pour tout autre

⁹⁷ Lettre du Sous-Préfet au maire de Le Palais, en date du 3 août 1860.

travaux de fortifications. Par ces motifs, le conseil décide à l'unanimité qu'il n'y a pas lieu de donner suite à cette proposition, se réservant de la reprendre plus tard s'il y a lieu »⁹⁸. La question sera pourtant à nouveau débattue trente-cinq ans plus tard, alors que la gestion des lavoirs est désormais du ressort de l'administration des Ponts et Chaussées ; ce sont les blanchisseuses elles-mêmes qui font avorter le projet de couverture du lavoir : « Le Conseil décide qu'il ne sera pas donné suite au projet de construction d'un toit au lavoir du Regard. [...] Les blanchisseuses qui fréquentent le plus assidûment ce lavoir sont venues le prier de ne pas donner suite à ce projet, estimant que les inconvénients que présenteraient un toit ne seraient pas compressés par les avantages qu'elle pourrait offrir »⁹⁹.

Sur l'île d'Ouessant, si la nappe phréatique est facilement atteinte, un puits, avec une forme caractéristique en ogive, se trouve généralement à proximité de la maison (*ar puns*) : « Il servira parfois à alimenter plusieurs familles, le droit d'accès est alors réglementé par la coutume, et des cheminements réservés » (PNRA, 1979a). Il est ainsi fait mention, en 1918 d'un conflit sur le droit de passage pour l'accès à la fontaine et au lavoir de Poull ar Gamel¹⁰⁰. La question foncière est de nouveau soulevée dans les années 1960, alors que l'île se dote d'un système moderne d'alimentation en eau : la construction du barrage de Lann Vihan et la pose de canalisations engendrent des servitudes et des achats de terrain qui, faute d'accord à l'amiable, sont réalisés par voie d'expropriation¹⁰¹.

Sur l'île de Groix, c'est à la fin du XIX^e siècle que le refus d'une servitude de passage d'une conduite sur un terrain privé va annuler un projet d'adduction d'eau au Port-Tudy : « Le projet primitif est abandonné par suite du refus de la famille Romieux de prendre l'engagement d'accepter le maintien perpétuel de la servitude de passage à travers sa propriété de la conduite d'eau projetée »¹⁰². En 1925, une affaire similaire opposera la municipalité à une personne privée ; le Conseil municipal,

« considérant que le mauvais vouloir de Mme veuve Martin, propriétaire de terrain dont l'achat est envisagé, met la municipalité dans l'obligation de recourir aux moyens extrêmes pour arriver à l'exécution des travaux projetés et que l'on ne peut les remettre indéfiniment, considérant en outre que le prix offert est bien supérieur à la valeur du terrain, à l'unanimité des membres présents demande à M. le Préfet de vouloir autoriser l'occupation temporaire des terrains pour cause d'utilité publique, en attendant que les formalités indispensables à l'expropriation soient effectuées pour que la commune devienne définitivement propriétaire »¹⁰³.

En 1958, une troisième délibération corrobore ces contentieux ponctuels sur les accès aux points d'eau de l'île : « M. Bihan demande que la mairie reconsidère le tracé du futur chemin d'accès au lavoir des villages de Locqueltas et Kermarec, un terrain donnant plus de satisfaction »¹⁰⁴. En outre, les îliens sont aussi sensibles à ce que les points d'eau demeurent du domaine public, et s'opposent ainsi à leur aliénation privée :

⁹⁸ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 11 août 1860.

⁹⁹ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 25 août 1895.

¹⁰⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Ouessant, 22 juin 1918.

¹⁰¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Ouessant, 15 décembre 1963.

¹⁰² Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 4 décembre 1898.

¹⁰³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 24 septembre 1925.

¹⁰⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 18 octobre 1958.

« L'assemblée, après avoir délibéré, considérant que déjà des personnes du dit village (Kermarec) ont formulé diverses réclamations quant à l'aliénation du puits, lequel quoique étant comblé, contient encore assez d'eau pour rendre des services aux habitants riverains, à l'unanimité des membres présents, décide de ne pas donner suite à la demande de Mme Stéphant »¹⁰⁵.

Le parcellaire insulaire, extrêmement morcelé, pose de sérieux problèmes dans les procédures d'achat de terrain et/ou de leur asservissement. Une fois encore, l'exemple groisillon est intéressant puisque l'achat du terrain pour la construction du château d'eau est retardé à cause de la complexité de la succession : l'utilité publique de cette acquisition a pourtant été déclarée par arrêté préfectoral du 2 mai 1966, mais la transaction n'interviendra que huit ans plus tard, les cohéritiers étant enfin connus¹⁰⁶. Plus récemment, les mêmes difficultés ont été rencontrées sur l'île d'Ouessant pour la mise en place des périmètres de protection de captage autour des lacs de retenue de Lann Vihan et du Merdy (Chiron, 2003).

3.2. Quelles représentations de la ressource en eau jusque dans les années 1960 ?

3.2.1. Les fontaines insulaires : représentations populaires et croyances locales

Sans développer les aspects socioculturels, il est tout de même intéressant de s'attarder sur ces lieux particuliers de l'histoire locale que sont les fontaines. La thèse de l'E.H.E.S.S.¹⁰⁷ de Sylvette Denèfle (1983) sur les fontaines de Cornouaille et du Léon, republiée en 1994, rappelle que « les fontaines étaient toujours des lieux de vie [...], des lieux de rencontre, des lieux d'activité religieuse, des moyens de médecine populaire, des lieux de légendes. [...] elles étaient à un croisement de faits culturels » (Denèfle, 1994). De plus, les croyances et les pratiques liées aux fontaines sont parties intégrantes de la société traditionnelle bretonne. En premier lieu, la différence majeure entre les fontaines bretonnes et celles du reste de la France réside dans leur construction : les premières sont construites à même le sol, là où jaillit l'eau de source ; il n'y a pas de canalisation qui amène l'eau de la source à la fontaine, comme c'est généralement le cas ailleurs. Dans tous les cas ou presque, un bassin carré sert de réceptacle à l'eau, accompagné d'un petit monument en forme d'oratoire. Quant à la toponymie, trois modes de désignation des fontaines sont révélés :

- le nom du saint qui la patronne (« fontaine sainte ») : 85 %,
- le nom du lieu où elles se trouvent : 10 %,
- un nom spécifique non religieux : 5 %, lié à la symbolique de la fontaine.

La christianisation des fontaines est un fait d'ailleurs très courant en Bretagne, comme l'a pu être celle de nombreux lieux tels que les menhirs, rochers ou autres pierres levées : « On sait de quel naturalisme profond était empreinte la mythologie celtique. Tout le monde lui apparaissait comme divin, les arbres, les sources, les rochers. Ces antiques conceptions sont demeurées vivaces au cœur du peuple breton. Le christianisme s'est

¹⁰⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 6 février 1921.

¹⁰⁶ Délibération du Conseil municipal de Groix, 17 mai 1974.

¹⁰⁷ Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

superposé à elles ou les a tirées à lui : ne pouvant les détruire, il les a confisquées » (Le Braz, 1921).

En outre, les fontaines, ainsi que les puits, sont des éléments structurants de l'aménagement du territoire local. « Chaque hameau breton, et ils sont légion dans cette région d'habitat dispersé, est construit auprès d'une source aménagée en fontaine » (*ibid.*). Leur présence rappelle évidemment la condition sine qua non de l'installation humaine. Surtout, par le rôle central que les fontaines occupent dans le quotidien des ménages : corvée d'eau et lessive, elles sont un lieu de rencontre privilégié des femmes voire des enfants qui étaient souvent de corvée d'eau. Les fontaines sont également des lieux de médecine traditionnelle sur certaines îles, où les îliens leur reconnaissent des vertus thérapeutiques, comme dans toute la Bretagne bretonnante (de Buhren *et al.*, 1994).

Ce travail de recherche se devait donc d'approfondir la thématique des fontaines en tant que lieux stratégiques de l'organisation sociétale passée : il s'agit de comprendre les pratiques (les actes observables) et les croyances (de l'ordre des représentations mentales) liées aux fontaines comme des faits sociaux ayant une signification dans une société passée, celle, rurale, du XIX^e siècle, voire de la première moitié du XX^e siècle. Et, en approfondissant la recherche documentaire et en recueillant des témoignages d'îliens, il s'avère que les fontaines et les puits insulaires sont vecteurs d'informations intéressantes sur le rapport que ceux-là pouvaient avoir avec la ressource hydrique.

Immanquablement, une légende est associée au puits historique de Molène : le puits Saint-Ronan serait ainsi construit à l'endroit où le saint aurait fait jaillir de l'eau en reconnaissance de l'accueil des îliens, au V^e siècle¹⁰⁸. Dans une publication du *Bulletin de la Société d'Etudes Historiques et Economiques de Granville*, P. de Gibon (1909) évoque le dessein de ces deux moines, Pair et Scubilion, qui, ayant quitté leur monastère d'Ension (aujourd'hui Saint Jouin de Marnes dans le département des Deux-Sèvres), se retirèrent dans une île déserte : « Cette île déserte à cette époque, ou quasi déserte, a été désignée par presque tous les commentateurs comme étant Chausey ». Il ajoute même que, « malgré tout, on a soutenu que le monastère premier d'où ils se répandirent au-dehors se trouvait à Chausey ; le Saint-Pair actuellement n'en aurait été que la succursale. La fontaine que le saint fit jaillir aurait coulé à Chausey, ce qui est contraire à la plus formelle tradition » (de Gibon, 1909). Un article du quotidien local *La Manche libre* fait mention d'un puits sur le plan de 1736, signalé à l'angle sud-est du vieux château : il faudrait rattacher son existence au séjour du mystique Saint Bernard de Tiron, installé à Chausey en 1096...¹⁰⁹. Sur l'île de Sein, une fête annuelle était célébrée le 26 juillet, jour de la Sainte-Anne, à la fontaine du Poul (Fouquet, 2003).

Rien de semblable n'a été trouvé sur les points d'eau de Houat et Hoëdic, ni même de Belle-Île ; cependant la recherche sur ce thème n'est pas exhaustive. En revanche, les cas ouessantins et groisillons sont d'autant plus intéressants que ces deux îles comptent nombre de fontaines.

¹⁰⁸ Source : exposition estivale sur l'eau de l'île de Molène, Communauté de Communes du Pays d'Iroise, sur l'île de Molène.

¹⁰⁹ *La Manche libre*, 1 janvier 1950 (article d'Albert Désile).

3.2.2. Les fontaines d'Ouessant

Dans sa *Topographie médicale de l'île d'Ouessant* (1883), P. Bohéas ne manque pas de souligner son étonnement quant à l'abondance des sources qu'il y trouve : « Chose surprenante, eu égard à la superficie relativement faible de l'île, le nombre de sources y est considérable ; on les voit sourdre brusquement en maints endroits, sans qu'on puisse dire d'où elles viennent ni où elles s'alimentent, bien qu'il pleuve beaucoup à Ouessant. Beaucoup ne tarissent jamais ; l'eau qu'elles débitent pour la plupart est d'excellente qualité, et le plus souvent n'a pas besoin d'être filtrée : c'est toujours ainsi du reste que les habitants en usent, sans que nous ayons pu jusqu'à présent en constater d'inconvénients graves pour leur santé, si ce n'est peut-être la fréquence des vers intestinaux ». L'association *Poull an Feunteun* dénombre plus d'une cinquantaine de fontaines et lavoirs sur l'ensemble de l'île (fig.5.12). Parmi les plus notables, il convient d'en citer sept (tab.5.9), mais la toponymie locale témoigne de la présence de nombreuses sources aménagées : Polboger, Poull Brac, Poull Gueguen, Poull Feaz, ou encore la baie de Poull Ifern et Porz an Dour¹¹⁰. D'autres fontaines sont également remarquables : celles de Porzh Gwegen, de Cadoran ou de Penn Arlan.

Sources et fontaines sont aussi le lieu d'une médecine locale traditionnelle fondée sur l'utilisation des plantes qui s'y développent. Dans sa thèse de pharmacologie, D. Moigne (1986) dresse l'inventaire des plantes médicinales utilisées à Ouessant. Il cite ainsi la menthe à feuille ronde, dont les feuilles sont infusées en tisane contre la fièvre lors des gripes ou des crises de paludisme des marins, l'ache qui pousse près des sources et qui soigne les rhumatismes, ou encore la potentille anserine contre la diarrhée. Les racines de la ficairie, qui croît dans les endroits humides et surtout près de la fontaine de Zourn, étaient, quant à elles, utilisées en tisane dans les inflammations des voies urinaires. Enfin, les *poullou al lin* servaient à rouir le lin (Toulallan), autrefois cultivé sur l'île : la farine était employée sous forme de cataplasme, pour soigner les abcès dentaires, les rhumatismes et les refroidissements pulmonaires.

En outre, chaque fontaine Saint-Pol semble liée à l'hagiographie du saint ; sa route est en effet jalonnée de fontaines Saint-Pol : Ouessant, Lampaul-Ploudalmézeau, Tréglonou, Plouvien, Plouguerneau, St Pol-de-Léon, Batz. Devenu évêque, saint Pol se rend au Faou, puis à Lannion pour délivrer cette région d'un dragon. Ces fontaines marquent son itinéraire lorsqu'il ramène le dragon jusqu'à la mer ; elles sont d'ailleurs toutes voisines de voies romaines (Denèfle, 1994). A Ouessant, la fontaine Saint-Pol faisait l'objet d'un pèlerinage annuel le jour de la fête du saint (tab.5.9). L'eau de la fontaine Saint-Guilhem est utilisée pour soigner les maladies des yeux (Péron, 1985 ; Moigne, 1986), celle de Toul Aoroz est donnée à boire aux mourants (Moigne, 1986 ; Speranze, 1966). Quant à la fontaine triple de Feunteun Velen, sa dénomination semble ambiguë : il pourrait s'agir de la fontaine jaune (*melen* : jaune). Mais les auteurs pensent aussi à la fontaine de Belen, les mutations bretonnes permettant de substituer au B et au M le V. Ainsi, « le dieu antique Belenos, le Soleil, illuminerait la Triple Fontaine de ses rayons. D'ailleurs, la fontaine jaune et la fontaine de Belenos, c'est tout un » (Dantec et Le Scouëzec, 2001).

¹¹⁰ D'après la carte topographique de l'I.G.N. à 1/25 000 (0317OT).

Tableau 5.9. Fontaines historiques de l'île d'Ouessant.

<i>Fontaine</i>	<i>Caractéristiques</i>
Fontaine du port de Lampaul (fontaine Saint-Pol)	Située à l'endroit où le saint mit pied à terre, au fond du petit aber qui constitue le vieux port de l'île ; un lavoir jouxte la fontaine. Chaque année le jour du pèlerinage de saint Pol, l'eau de la fontaine de ce saint est bue, certains s'en aspergeaient même le cou et en mettaient dans leurs manches afin de se préserver des maladies (Guen, 1994).
Fontaine de Notre-Dame de Bon Voyage (Locqueltas)	Une tradition existait naguère, aujourd'hui disparue : sept (neuf ?) pierres étaient placées, chaque année on les retirait, on les nettoyait et on les remettait en place. Il s'agirait des pierres de saint Gildas qui, selon la légende, auraient servi à lester son bateau lors de son voyage à Ouessant. Si l'explication est plausible, la venue de ce saint sur l'île n'a pas été prouvée ¹¹¹ . C'est également la seule fontaine christianisée de l'île.
Fontaine du Stankou (près du phare du Créac'h)	La légende affirme que l'eau de la fontaine vient des Monts d'Arrée, sur le continent. Ainsi sont réunis deux lieux forts en spiritualité, liés par l'eau afin que la vie perdure depuis l'éternité. Ce mythe fut conté sans emphase. L'eau du dessous de la terre remonte inlassablement vers les fontaines. Cet élément liquide et sacré porte toute la Bretagne armoricaine qui se trouve être un grand bateau.
Les trois fontaines de Feunteun Velen (fig.5.10)	La légende veut que Pol ait privé d'eau les lieux de son débarquement sur la côte sud à <i>Poull Drevet</i> , suite à son mauvais accueil par la population, certains lui ayant même refusé à boire. « Il aurait maudit la presqu'île de <i>Feunteun Velen</i> et l'aurait totalement privée d'eau ». Les trois fontaines ont échappé à la malédiction, soit que les gens y aient été plus accueillants, soit que la magie de Pol fût limitée...
Poull Drevet	<i>Poull Drevet</i> s'est peut-être appelé autrefois <i>Bour Drevet</i> . Ce qu'il faut remarquer, c'est que <i>Drevet</i> est la forme moderne du nom des <i>Druwides</i> , les druides. <i>Poull Drevet</i> serait la mare des Druides, <i>Bour Drevet</i> , le bourg des Druides : « une telle indication est rarissime dans la toponymie bretonne [...] ».
Fontaine de Stang Laedron (Kerlann)	Il s'agit d'une fontaine de grève. « La force de l'eau douce qui sort de la terre, fait que l'on venait ici laver la laine des moutons pour la dégager une première fois du suint ».
Fontaines de Porzh Brigid (fig.5.11)	Un petit lavoir qui coule vers la grève est alimenté par plusieurs sources : une fontaine, une deuxième plus élevée aujourd'hui bouchée, et une troisième en contrebas. « On aurait ainsi trois fontaines disposées en triangle ouvert vers le nord-est, et la tradition serait sauve ». Le lieu s'appelle <i>Poull Brigid</i> , « dont le nom rappellerait, sous forme archaïque, la déesse des Celtes occidentaux, Brigitte ».

D'après Dantec et Le Scouëzec, 2001.

¹¹¹ PNRA, 1979a

La culture et l'imaginaire celtisants font le reste (...): « [...] Ici les trois ruisselets se rejoignent après le doué, le lavoir, pour n'être plus qu'un seul, symbole du pénis. L'eau qui en sort et rejoint la mer sera le sperme fécondant. Le Tout de l'existence est là, sous nos yeux, il suffit de voir autrement, et pour ce, de se souvenir que sur le continent, on trouve exactement la même représentation, aux trois fontaines en Briec, à St Nicodème en Pluméliau » (Dantec et Le Scouëzec, 2001). Quoi qu'il en soit, les fontaines faisaient aussi partie d'un imaginaire sinon collectif, au moins partagé : les femmes du *gorses* parlent de leurs angoisses quand, enfantes, elles devaient satisfaire à la corvée d'eau, alors que la nuit tombait ; ou de ce plaisir aussi quand il s'agissait de rencontres et d'occasions de jeux...¹¹²

Figure 5.10 : Les trois fontaines et le lavoir de Feunteun Velen, île d'Ouessant.

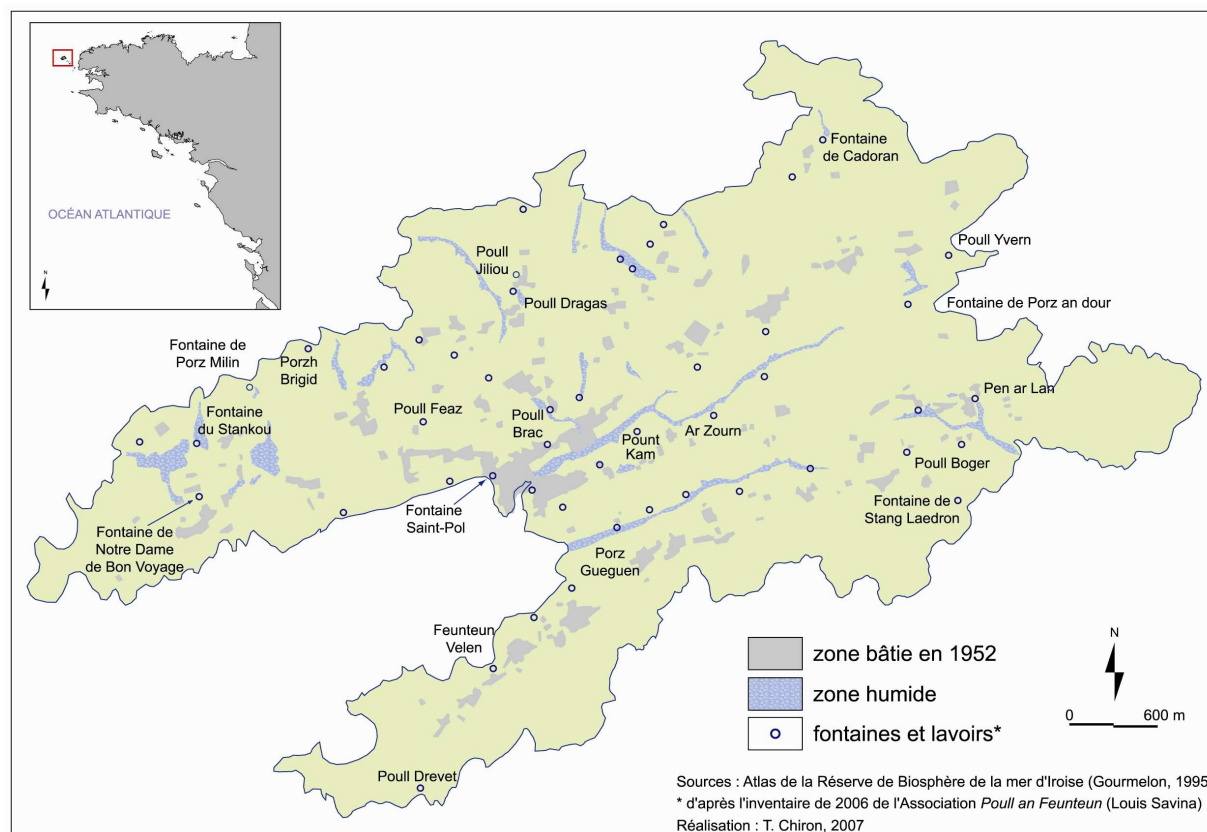


Figure 5.11 : Fontaine et lavoir restaurés de Porzh Brigid, île d'Ouessant.



¹¹² Rencontre du *gorses* à Ouessant, le 1^{er} avril 2004.

Figure 5.12 : Localisation des principales fontaines et lavoirs de l'île d'Ouessant au début des années 1950.



3.2.3. Les fontaines de l'île de Groix

Les fontaines sont également très nombreuses sur l'île de Groix. Dans son article « Cartographie et histoire du paysage », S. San Quirce (1994) décrit la carte de l'île datant de 1737, laquelle mentionne la fontaine de Belaric. Elle rappelle que le docteur Lejeanne l'a décrite dans sa thèse de médecine de 1885 : « Entre toutes, une source avait été signalée depuis fort longtemps, sous le nom de source minérale, comme possédant des propriétés thérapeutiques dues à des sels de fer. Cette source est située à la pointe du Grognon, non loin du phare. Elle coule goutte à goutte, peu abondante, des hauteurs de la falaise sur les rochers [...] ». La carte de 1762 recense seize fontaines et puits dépendant des villages.

Au début du XIX^e siècle, les notes du recteur Lirec fournissent des informations relatives à l'abondance et à la qualité de l'eau des fontaines : « L'eau est délicieuse à Groix, mais on y fait boire les vaches et les chevaux, rien cependant de plus aisé pour empêcher ce mauvais usage que de les enclorre sans frais, qu'on engage chaque village à le faire en leur démontrant l'avantage et la santé... on pourrait enjoliver chaque village du bouquet de bois en entourant la fontaine en son pourtour de plants de peuplier ou autre, il serait même très possible suivant ses localités de ménager un lavoir pour le linge et un abreuvoir pour le bétail... » (Bellec, 1994). Le recteur recense ainsi quelque 31 fontaines existant ou ayant existé sur l'île. Certaines d'entre elles avaient même des

vertus de guérison ou des pouvoirs de protection conférés au saint qui les patronne (tab.5.10).

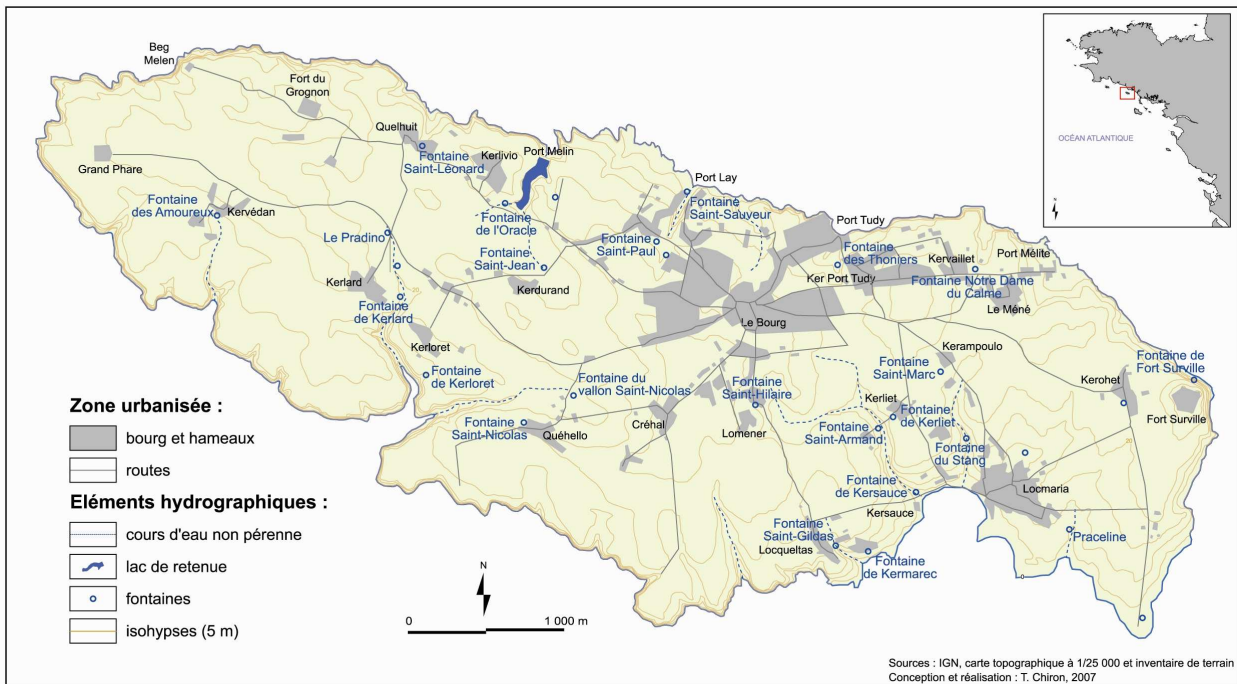
Aujourd'hui encore, la fontaine de Kerlard aurait la réputation de fournir la meilleure eau de toute l'île de Groix (Stephan, 1975 ; Bellec, 1994). J. Tonnerre (1991), qui s'appuie sur des archives familiales et des témoignages d'anciens de l'île, rappelle qu'« elles [les fontaines] font partie de notre patrimoine insulaire et qu'à ce titre elles ont droit à notre protection, tant collective que personnelle ». D'origine païenne, les croyances dans les pouvoirs des fontaines ont souvent légitimé leur christianisation : « vraiment ne sent-on pas le paganisme dans ces pratiques, les unes barbares, les autres simplement puérides ? [...] Est-ce que ces ablutions ne sont pas comme une réminiscence des ablutions druidiques ? » (abbé Millon, 1901). Le recteur Lirec mentionne qu'à proximité de nombre de fontaines se trouvait une chapelle, aujourd'hui détruite : aux fontaines Saint-Armand ou Notre-Dame du Calme, mais également auprès de six autres fontaines de l'île.

Tableau 5.10 : Principales fontaines historiques de l'île de Groix.

<i>Fontaine</i>	<i>Caractéristiques</i>
Fontaine Saint-Armand (Kermouzouet)	Cette fontaine avait la propriété de guérir des maux de tête, à condition qu'on aille y boire en plein midi.
Fontaine Saint-Marc (Kerampoulo)	« Ker er pouleu », le village des <i>douets</i> ou des lavoirs. Jusqu'au XVIII ^e siècle, à la date du 25 avril, les Groisillons se rendaient à la fontaine pour s'y laver et baigner les enfants. Les jeunes se fortifiaient et étaient protégés de la teigne et les anciens espéraient retrouver un peu de leur vigueur d'autrefois.
Fontaine Sainte-Madeleine (enclos du presbytère de Loctudy, aujourd'hui place)	Elle a le pouvoir de faire cesser les coliques, à certaines conditions : « qu'on aille puiser à la source les lundi, mercredi et vendredi, mais dans le plus grand mystère, sans être vu par personne ».
Fontaine des Amoureux (Kervédan)	Les prétendantes au mariage y venaient pour savoir si leur désir pouvait être réalisé dans l'année.
Fontaine Notre-Dame du Calme (Kervaillet)	Les marins y invoquaient la clémence du temps.
Fontaine Fetan er reux (Kervilio)	Il s'agit de la fontaine du mauvais sort, qui a justement le pouvoir de guérir du mauvais sort jeté par des voisins malveillants.
Fontaine des oracles (Kervilio)	Elle possédait deux propriétés : l'une consistait, si l'on avait été volé, de découvrir le voleur en portant sur soi un peu d'eau de la fontaine, ce qui provoquait des coliques chez ce dernier. L'autre était de connaître ce que deviennent les absents, morts ou vivants. Si l'eau restait limpide, ils étaient vivants, si elle se troublait, ils étaient morts.

Sources : Stephan, 1975 ; Tonnerre, 1991 ; Bellec, 1994.

Figure 5.13 : Localisation des principales fontaines de l'île de Groix.



3.2.4 L'eau des Monts d'Arrée alimente-t-elle les fontaines des îles bretonnes ?

Sous les allures d'une simple anecdote, un détail intrigue en effet par sa récurrence sur les îles : la croyance selon laquelle l'eau des fontaines insulaires, et de manière générale, l'eau souterraine, proviendrait des Monts d'Arrée. Au cours des recherches, plusieurs témoignages en font état à Chausey, Ouessant, Molène, Houat et Groix, sous la forme de « on dit... ». En témoigne cette retranscription de l'entretien de René Masson, de l'île de Molène, évoquant la découverte d'eau souterraine en septembre 1989 : « Notre sorcier (parce que les gens disent : « René nous a amené un sorcier », et non pas un sourcier...) dit que c'est l'eau des Monts d'Arrée, souterraine, qui resurgit selon les couches, parce que ça se passe comme ça en Méditerranée ». A Ouessant, les îliennes évoquent cette même origine continentale de l'eau souterraine¹¹³, tout comme Mme Le Roux à Houat : « L'eau de la fontaine est très bonne (elle viendrait des Monts d'Arrée, d'après une expertise faite par l'ancien maire au bleu de méthylène (...)) »¹¹⁴. Si, aujourd'hui, les îliens connaissent l'origine de l'eau qui leur est distribuée, le fonctionnement naturel des hydrosystèmes insulaires n'est, quant à lui, pas connu.

Si une explication est donnée par M.-S. Dantec et G. Le Scouëzec (2001) (tab.5.9), il faut avant tout y voir une méconnaissance de la population insulaire des processus naturels qui régissent l'hydrologie et l'hydrogéologie locale. Il est cependant intéressant de souligner des représentations culturelles semblables sur d'autres îles, telles que l'île Maurice. Une croyance hindoue veut que les eaux du lac sacré Grand Bassin

¹¹³ Rencontre du *gorses*, 1^{er} avril 2004.

¹¹⁴ Entretien avec Mme Joëlle Le Roux, à Houat, le 1^{er} août 2005.

(Ganga Talao) proviennent directement des eaux du Gange... Ce lac mauricien est le lieu sacré du Maha Shivaratree, pèlerinage annuel des Mauriciens appartenant à la confession religieuse hindoue : les pèlerins viennent honorer le dieu Shiva auprès des eaux du lac, lesquelles sont, selon la légende, celles du Gange. Faut-il y voir une permanence des représentations sociétales liées à la symbolique divine et purificatrice de l'eau ? Ou encore un lien spirituel et mythologique entre les îles et la grande terre ? La croyance insulaire bretonne relève peut-être de ce fait socioculturel hérité d'une tradition orale ancestrale, et entretenue dans l'histoire récente par des imprécisions, voire les erreurs, des discours scientifiques. En témoigne cette citation d'un article du *Magasin pittoresque* (1861), concernant l'archipel de Chausey : « Sur différents points de l'archipel, notamment dans la Grande Île et dans l'Île-aux-Oiseaux, on rencontre des fontaines d'eau douce, ce qui paraît d'autant plus remarquable que la grande distance qui sépare les îles du continent ne permet pas de croire que cette eau puisse venir de ce dernier point en filtrant par des conduits naturels et souterrains. D'autre part, le peu d'élévation et la petite étendue de l'île rendent difficile de supposer que ces fontaines qui coulent sans cesse puissent avoir pour sources la pluie ou l'humidité de l'atmosphère qui suinteraient peu à peu dans les rochers ». Là encore l'origine continentale de l'eau des sources est évoquée et l'expertise scientifique reste dubitative.

Les îliens eux-mêmes peuvent être défiants vis-à-vis de cette expertise, comme en témoigne cette délibération groisillonne de 1923 :

« M. le maire communique à l'assemblée le résultat des analyses chimique et bactériologique de l'eau de Kerport-Tudy, lesquelles sont défavorables pour l'analyse chimique et potables en ce qui concerne l'analyse bactériologique. M. le Professeur Lenormand, de l'école de médecine de Rennes comme conclusion déclare que cette eau ne peut être employée à l'alimentation, mais après les renseignements qui lui ont été fournis sur la topographie de la fontaine, conclut que la suppression du lavoir peut supprimer les causes de contamination de ces eaux.

Il invite l'assemblée à délibérer. L'assemblée, après avoir délibéré, considérant que de tous temps l'eau de la fontaine de Kerport-Tudy a servi à l'alimentation en eau potable des habitants riverains, qu'en outre la majorité des bateaux de pêche s'en sont, de temps immémorial approvisionnés et que jamais il n'y a eu de cas de maladie pour les consommateurs, décide d'adresser de nouveau à l'école de médecine de Rennes un échantillon de cette eau pour analyse »¹¹⁵.

Il n'y a sûrement pas de singularités spécifiques à l'insularité quant à l'usage des lavoirs ou aux pratiques et croyances relatives aux fontaines, en comparaison de celles qui pouvaient s'observer aux mêmes époques dans les communes rurales du continent. Il n'en était pas moins intéressant de se remémorer ces temps passés où la corvée d'eau et celle du linge étaient des tâches quotidiennes ou hebdomadaires, où les points d'eau jouaient un rôle social certain pour les femmes et les enfants des îles. Cette réminiscence permet de contextualiser le rapport des sociétés insulaires à l'eau dans un passé récent, qui date de quelque soixante ans. La mise en perspective de ce rapport à la ressource hydrique constitue un point focal de l'aspect social de la gestion de l'eau.

¹¹⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 2 septembre 1923.

Conclusion du chapitre 5

Les nombreux éléments historiques et anecdotes locales relatés dans ce chapitre révèlent bien l'imprégnation ancienne et culturelle de la préoccupation des îliens pour la gestion de leurs ressources en eau. Les pratiques traditionnelles et les représentations sociales sont prégnantes et continuent de marquer les générations les plus âgées. Les gestionnaires n'oublient d'ailleurs jamais de mentionner l'inclinaison à l'économie des « vrais îliens », comme une réminiscence usuelle d'une époque passée. La recherche révèle ainsi que ceux-ci ont effectivement connu et craint, et ce jusqu'à très récemment, les sécheresses et les pénuries d'eau qui ont pu engendrer des crises sanitaires graves : l'accès à l'eau potable a d'abord joué un rôle crucial pour la salubrité publique des îles. Au cours de la première moitié du XX^e siècle, quelques épisodes épidémiques, liés à l'insuffisance tant quantitative que qualitative des ressources en eau, ont marqué certaines histoires insulaires, celle de Molène tout particulièrement lors de la sécheresse de 1949. La rareté de l'eau a pu mener à l'exacerbation de certaines tensions sociales entre les différents usagers des îles : les populations allogènes de pêcheurs ou de goémoniers qui fréquentent les îles pendant la période estivale exerçaient une pression trop forte au moment même où la ressource hydrique était la plus vulnérable.

Aussi, jusque dans la première moitié du XX^e siècle, le manque d'eau est-il patent pendant la saison estivale qui est précisément la saison sèche. La disponibilité d'une ressource abondante et de bonne qualité n'est pas garantie : le risque de pénurie est réel et les conséquences sanitaires peuvent être dramatiques. Les mutations profondes qui vont intervenir dans les sociétés insulaires du Ponant à partir des années 1950 marquent une rupture socio-économique nette avec cette vision de sociétés traditionnelles. Le déclin des activités économiques telles que la pêche et l'agriculture et l'érosion démographique vont précipiter les îles dans une nouvelle dynamique de développement, souvent orientée vers le tourisme. Les standards de vie s'en trouvent modifiés. L'exigence de confort domestique conduit à la création des premiers réseaux d'alimentation en eau potable : après la Seconde Guerre mondiale, les adductions d'eau potable sont devenues un des soucis majeurs des collectivités rurales ; les premiers projets consisteront à établir des bornes-fontaines dans les bourgs et hameaux, avant que l'eau ne soit directement distribuée dans les maisons. L'eau courante relègue bientôt les lavoirs et autres points d'eau historiques en lieux symboles d'archaïsme ; les besoins en eau augmentent rapidement et sont caractérisés par une très forte saisonnalité estivale sous l'impulsion touristique grandissante des années 1970.

Chapitre 6 :

La redéfinition contemporaine des enjeux liés à la ressource en eau

Introduction

Avec l'installation généralisée de l'électricité après la Seconde Guerre mondiale, c'est une véritable révolution technique et sociétale qui s'opère sur les îles : l'arrivée simultanée de la télévision y exporte tout le modèle urbain de consommation et de gaspillage (Péron, 1993). De plus, la crise des métiers et la diaspora insulaire induite traduisent un nouveau sentiment émanant des jeunes générations d'îliens qui perdure jusque dans les années 1980 : un rejet de ces territoires frappés de la fatalité du « sous-développement » sur lesquels elles sont nées. Les jeunes, qui ont presque honte de leur origine insulaire, ne souhaitent que les quitter. Pour ceux qui restent, il s'agit de se moderniser au plus vite (*ibid.*). Les efforts d'équipement pour la production d'eau potable doivent satisfaire les exigences de confort des îliens, qui consommaient traditionnellement peu d'eau à cause de sa rareté, mais qui revendiquent – légitimement – des standards de vie identiques à ceux du continent (Chiron, 2003). « Jusqu'à la fin de la Deuxième Guerre, les îliens s'approvisionnaient, soit de l'eau des puits là où la géologie le permettait, soit de citernes individuelles ou collectives à l'image d'ailleurs d'une bonne partie de la France rurale. Les besoins individuels étaient alors modestes et la citerne individuelle satisfaisait largement à une population ignorante de l'électro-ménager et du confort qu'offrent aujourd'hui salle de bains et sanitaires » (Singelin, 1977). Dans un article publié dans la revue de géographie *Noroi*s et intitulé « Vie et mort des petites îles finistériennes », A. Guilcher (1977) illustre ces changements sociétaux des années 1960-1970 en citant l'exemple de l'île de Sein où les nombreuses maisons neuves et leur équipement ménager attestent l'enrichissement général.

Les premiers projets d'alimentation en eau potable consistent d'abord en l'installation de pompes et de quelques bornes-fontaines dans les bourgs. La mise en place de l'eau courante dans les habitations modifiera progressivement et profondément les quotidiens. En conséquence, une profonde mutation du rapport des sociétés insulaires à la ressource hydrique a lieu et les moyens traditionnels d'approvisionnement en eau sont progressivement abandonnés sous la double influence socio-économique et réglementaire. Sur ce second point, la loi sur l'eau de 1964 redéfinit la responsabilité des communes en matière de service d'eau et la potabilité de l'eau est désormais soumise à des normes physico-chimiques strictes, condamnant à terme l'usage pourtant ancestral de l'eau des fontaines et des puits. Malgré les progrès réalisés, les populations insulaires permanentes ont drastiquement diminué depuis ces années 1960. C'est à cette même époque que le tourisme va commencer à imprégner les économies insulaires, prenant le pas sur les activités traditionnelles déclinantes – agriculture et pêche : « Elles [les îles] continuent à se dépeupler (sauf en ce qui concerne Belle-Île) et la fonction touristique semble prendre le pas sur les autres fonctions économiques » (Péron, 1999). Elles verront désormais accoster dans leurs ports des flux saisonniers croissants de nouveaux « insulaires ».

Ce sixième chapitre poursuit la rétrospective de l'alimentation en eau potable des îles bretonnes étudiées, en se focalisant sur la seconde moitié du XX^e siècle. Dans un

premier temps, le propos revient sur l'amélioration des équipements publics de distribution d'eau et du confort domestique dans les années 1960-1970. Il est ensuite question, à cette même époque, de l'avènement du tourisme moderne de masse dans la vie insulaire et de ses conséquences sur les enjeux liés à la gestion des ressources en eau insulaires. A l'aune de ces dernières précisions historiques, le dernier point mesure tout le paradoxe insulaire entre l'érosion démographique, d'une part, et l'augmentation des besoins en eau, d'autre part : une analyse quantitative de l'évolution de la demande interannuelle et saisonnière est ainsi proposée et s'achève par l'élaboration d'une prospective à court et moyen termes.

1. Mutations sociétales insulaires et redéfinition de la gestion de l'eau depuis l'après-guerre

1.1. La modernisation des systèmes d'alimentation en eau

Dès le début des années 1960, la fourniture d'eau potable dans les habitations devient une nécessité indispensable du développement insulaire. La revendication des îliens pour un confort équivalent à celui du continent est légitime, et trouve un écho favorable dans la politique d'équipements que les municipalités, avec le relais de l'A.P.P.I.P.¹¹⁶, mettent en place pour pallier leurs handicaps structurels. Corollaire de l'électricité, l'« eau courante » est aussi un enjeu majeur, tant des points de vue sanitaire qu'économique. C'est au cours des années 1970 que la question de l'alimentation en eau potable des îles prend sa signification contemporaine en les confrontant au paradoxe de leur crise démographique et de l'augmentation forte des consommations d'eau.

1.1.1. Les premiers réseaux d'alimentation en eau potable : l'installation de bornes-fontaines dans les bourgs

Par réseau d'alimentation en eau potable, il faut entendre un système sous pression de distribution d'eau apte à la consommation humaine. Si des robinets existent aux réservoirs et citernes publics, les premiers véritables projets voient le jour dans les années 1950 sur les plus petites îles, faisant suite à leur électrification. Celle-ci reste sans conteste le progrès technique le plus fondamental de toute l'histoire des îles : les réseaux d'eau en sont le corollaire immédiat puisqu'elle permet l'installation de pompes hydrauliques. Les premiers équipements d'alimentation en eau potable ont donc consisté en l'installation de bornes-fontaines dans les bourgs, lesquelles sont approvisionnées depuis les puits et les fontaines dont l'eau est refoulée par pompage. Ces travaux participent évidemment à l'amélioration générale des conditions de confort sanitaire et domestique.

Cependant, c'est dès la seconde moitié du XIX^e siècle que la question d'un service public d'alimentation en eau potable est évoquée à Belle-Île, plus précisément à Le Palais. En 1868, le Conseil municipal « reconnaît l'urgence de l'amélioration des fontaines publiques de la ville, et croit qu'il y a lieu de faire dans le plus bref délai, des démarches pour obtenir la cession à la ville de fontaines situées près du bassin à flot »¹¹⁷.

¹¹⁶ Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant.

¹¹⁷ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 10 mai 1868.

Il lui faudra pourtant attendre 1896 avant que le projet ne soit finalement voté¹¹⁸, et 1899 pour que les fontaines publiques ne soient officiellement inaugurées : signe de l'importance de l'événement, une fête est organisée à cette occasion¹¹⁹. La commune de Le Palais bénéficie alors de sa position topographique basse, au fond de la ria de La Saline : les eaux captées aux sources situées en amont des vallons environnants sont acheminées par aqueducs et alimentent par gravité les fontaines publiques (fig.6.1).

Figure 6.1 : La Fontaine Charles X au début du XX^e siècle, à Le Palais, Belle-Île (sur l'actuelle place de la République).



Source : Portier et Poutord, 2006.

Sur les deux autres îles de type « continental », Groix et Ouessant, ce n'est qu'au milieu des années 1950 que les premiers vrais travaux d'adduction d'eau vont être entrepris. Sur la dernière, une citerne est préalablement construite en 1955 et alimentée par les eaux de sources¹²⁰ ; le barrage de Lann Vihan ne sera construit qu'en 1963 afin d'améliorer le système de production d'eau potable¹²¹ et un réseau de desserte sera progressivement développé pour couvrir la quasi-totalité de l'île en 1970 (Chiron, 2003). Pour l'île de Groix, si un premier projet prévoit, dès 1923, l'alimentation en eau du quai de Port-Tudy – projet dont « toute la population ne fait que parler pour attirer l'attention et [qui] voudrait que les travaux puissent être entrepris dans les plus brefs délais »¹²², les premières discussions municipales ne datent finalement que de 1954 et porteront en premier lieu sur la création de points d'eau dans tous les villages¹²³. Les délibérations du

¹¹⁸ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 30 août 1896.

¹¹⁹ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 21 mai 1899.

¹²⁰ Délibération du Conseil municipal de Ouessant, 9 octobre 1955 et 14 octobre 1956.

¹²¹ Délibération du Conseil municipal de Ouessant, 2 juin 1963.

¹²² Délibération du Conseil municipal de Groix, 20 mai 1923.

¹²³ Délibération du Conseil municipal de Groix, 16 février 1954.

Conseil municipal de Groix sont d'autant plus intéressantes qu'elles décrivent avec détails les conditions de vie et préoccupations insulaires de l'époque :

« M. le Maire fait ressortir les difficultés rencontrées par la population pour s'approvisionner en eau, surtout en eau potable. Beaucoup de ménagères doivent souvent se déplacer assez loin par des sentiers difficiles d'accès pour puiser de l'eau plus ou moins potable. Cependant, la population est groupée en villages assez importants. Notamment l'agglomération du bourg, avec le bourg proprement dit et les environs immédiats qui comptent 472 logements et 1 324 habitants et celle de Locmaria, 233 logements et 709 habitants. Il estime que dans un but d'hygiène et de salubrité publique un effort doit être fait pour procurer une eau potable à toute la population, et demande à l'Etat de prendre en charge la recherche de points d'eau »¹²⁴.

Sur l'île de Houat, l'électrification ne se fera que fin 1963 : elle modifiera alors le quotidien des îliens qui « aspirèrent ardemment au moment où la corvée d'eau serait classée au domaine des souvenirs. Les enfants surtout étaient concernés, car le service d'approvisionnement familial leur incombait plus particulièrement et de toujours, à 17 heures dès la sortie de l'école » (Pensec, 1974) (fig.6.2). Cette même année 1963, sur l'île voisine d'Hoëdic, « on parla beaucoup de la nouvelle venue dans l'île de l'électricité, mais aussi de deux projets qui tiennent à cœur aux Houédicais : le réservoir d'eau pour améliorer l'alimentation de la population en eau potable et un port pour abriter les douze bateaux de pêche de l'île »¹²⁵. Mais il faudra encore attendre quelques années avant que les projets d'adduction et d'alimentation en eau potable ne soient réalisés, suite à de nombreuses hésitations sur les équipements à mettre en place. L'exiguïté insulaire rend effectivement inopportune l'implantation de barrages de retenue sur ces deux îles, alors que c'est la solution technique exclusive pour les grandes îles. Dans un premier temps, la source du *Salus* sera captée et son eau stockée dans les réservoirs du Fort : « La fourniture se fera provisoirement par deux robinets publics dans le village. Ce sera déjà un progrès car il fallait jusqu'ici imposer un rationnement en période de pointe à la fontaine publique »¹²⁶. Par la suite, le Ministère de l'Agriculture optera finalement pour une usine de dessalement qui sera opérationnelle en juillet 1971.

Le réseau d'eau potable est installé en 1964 à Hoëdic. Selon les travaux de l'Ingénieur du Génie Rural, Claude Pellé (Buttin, 2003), « l'alimentation en eau du quartier résidentiel ne pose pas de difficulté. La source principale de l'île, réputée intarissable, va être captée [...] »¹²⁷. Un rapport de la Direction Départementale de l'Agriculture de 1986 précise que les deux puits complétant le système d'alimentation en eau potable des Hoédicais ont été creusés en 1967, à l'ouest de l'île près de la station de potabilisation. Il n'existe que peu d'éléments historiques sur cette époque, les registres des délibérations du Conseil municipal ayant été perdus entre la fin des années 1930 et 1972...

¹²⁴ Délibération du Conseil municipal de Groix, 20 juillet 1954.

¹²⁵ *La Liberté du Morbihan*, 29 mai 1963.

¹²⁶ *La Liberté du Morbihan*, 30 septembre 1967.

¹²⁷ *Le Monde*, 17 février 1964.

Figure 6.2 : Corvée d'eau à la Fontaine de la Plage de l'île de Houat, au début des années 1970.



Source : Pensec, 1974.

C'est à cette même époque que les projets d'adduction d'eau potable des îles de Sein et Molène seront discutés. Il en est question dès 1962 sur la première dans une délibération ayant pour objet l'alimentation de bornes-fontaines par la citerne du port. Cette délibération est très intéressante car elle souligne le souci, tant des élus que des services d'ingénierie, de rationaliser la gestion de la ressource en limitant les points de prélèvement :

« Le Conseil municipal demande aux Ponts et Chaussées d'établir un projet d'alimentation de bornes-fontaines à l'aide de la citerne du port et en tenant compte du fait que l'alimentation de ces réservoirs pourrait être assurée par l'*Enez Sun* qui transporterait l'eau potable du continent. Après examen du problème, le service des Ponts et Chaussées a estimé qu'il serait préférable de prévoir la construction d'une deuxième citerne de 30 m³ qui recevrait l'eau potable transportée du continent ; en outre, il était prévu initialement d'installer trois bornes réparties dans l'agglomération et alimentées par un groupe de pompage avec un réservoir sous-pression. [...] Mais il se trouve que la capacité des tanks disponibles sur le nouveau navire sera limitée à 6 m³, il paraît plus prudent d'éviter momentanément la multiplication des points de ravitaillement et de prévoir en première étape l'installation d'une seule borne-fontaine. Ultérieurement, à l'expérience des conditions de ravitaillement et d'exploitation, il pourrait être procédé à la pose de canalisations et de bornes-fontaines »¹²⁸.

Quant à l'île de Molène, ce n'est qu'au début des années 1970 que le réseau d'eau est développé, afin de satisfaire les velléités des îliens : « La distribution se fait au moyen des deux robinets de cette citerne [des Anglais], ce qui oblige les usagers à se rendre toujours au même endroit et à faire la queue parfois assez longtemps, pour

¹²⁸Délibération du Conseil municipal de Sein, 26 février 1962.

s’approvisionner en eau »¹²⁹ (fig.6.3). Le Conseil municipal souhaite qu’un réseau de distribution soit installé urgemment en plaçant des robinets sur les places principales du village et en augmentant les moyens de stockage¹³⁰.

Figure 6.3 : Corvée d’eau à la citernes des Anglais de l’île de Molène, à la fin des années 1970.



Source : Communauté de Communes du Pays d’Iroise.

Si les premiers réseaux d’eau potable français ont près d’un siècle et demi dans les villes les plus importantes (Berland *et al.*, 2005), la modernisation hydraulique des communes rurales est assez récente puisqu’elle date de l’après-guerre. A ce titre, l’étude de J.-M. Cador (2002) sur le patrimoine en canalisations d’alimentation en eau potable en France fournit des données très intéressantes sur l’historique de pose des réseaux. Ainsi, l’année moyenne de pose oscille généralement entre 1970 et 1975, correspondant à un effort infrastructurel de desserte en eau potable des zones rurales et isolées, lesquelles nécessitent d’importantes longueurs de canalisations. En ce sens, il semble que les îles n’aient pas accusé de retard en matières d’équipements hydrauliques puisque leurs services d’eau publics se sont développés sensiblement au cours de cette période des années 1960-1970, à l’exception de l’île de Molène où il faudra attendre la fin des années 1990 pour que le réseau d’alimentation en eau potable soit définitivement implanté.

1.1.2. L’eau courante dans les maisons

L’alimentation domestique est la seconde étape de la modernisation des services d’eau insulaires. Sur les îles, elle intervient rapidement après les premiers travaux d’adduction d’eau potable dans les bourgs et villages. Les programmes sont alors financés par le Ministère de l’Agriculture, les communes insulaires relevant de son autorité au titre de communes rurales (Barraqué, 1995). La première commune insulaire qui bénéficiera de l’eau courante dans les habitations est Le Palais, dès le début des années 1940. La construction du premier barrage de Belle-Île en 1941 est accompagnée d’un programme de raccordement au réseau d’alimentation en eau potable de 700

¹²⁹ Délibération du Conseil municipal de Molène, 31 juillet 1971.

¹³⁰ Délibération du Conseil municipal de Molène, 9 octobre 1971.

branchements intérieurs¹³¹, la commune comptant alors environ 880 logements selon les données de l'INSEE¹³². Ce n'est qu'en 1965 que l'île d'Ouessant se dote à son tour d'un réseau d'alimentation en eau potable, limité dans un premier temps au bourg de Lampaul et comprenant l'installation de 180 compteurs seulement¹³³ alors que l'île compte déjà plus de 600 logements¹³⁴. La même année, les 110 foyers hoëdicaïs disposent de l'« eau au robinet »¹³⁵. Les premiers équipements consistent à raccorder ceux qui le souhaitent au réseau de distribution et de lui fournir un robinet : tous en feront la demande. Le maire de l'époque, J.-M. Le Moing ne manque pas de rappeler les améliorations induites par l'électricité : « Il y a l'eau dans les maisons et l'électricité a transformé la vie des Hoëdicaïs dont les maisons ont maintenant un confort convenable »¹³⁶. A Groix, c'est à la fin de l'année 1967 que la distribution domestique d'eau est mise en place à la suite de la construction du barrage de *Port-Melin*¹³⁷ et, au début des années 1970, le réseau couvre les deux tiers de l'île. A Houat, il faudra attendre la mise en service de la nouvelle station de dessalement pour que les îliens disposent de l'eau courante à domicile, lesquels se raccorderont tous au réseau¹³⁸.

Les travaux d'alimentation domestique en eau potable seront bien plus tardifs à Molène et Sein. Ce n'est en effet qu'à la fin des années 1970, 1979 précisément, qu'une délibération du Conseil municipal sénan statue sur un véritable programme d'alimentation en eau¹³⁹ : l'île dispose désormais d'une ressource hydrique abondante grâce à son usine de dessalement installée en 1976-1977. Cependant, l'installation des premiers compteurs domestiques ne remonterait qu'à 1983, avec les huit premiers branchements de citernes au réseau de distribution¹⁴⁰. Quant à l'île de Molène, c'est aussi l'amélioration des conditions de production d'eau potable, avec la construction de l'impluvium de l'ouest au cours de l'année 1977, complétée d'une citerne de stockage de 500 m³ et d'une unité de potabilisation, qui va permettre l'établissement progressif d'un service de distribution d'eau potable¹⁴¹. Dans un premier temps, il s'agit d'un approvisionnement conjoncturel des citernes particulières, assuré par le fontainier ou régisseur d'eau à l'aide d'une citerne mobile. Un réseau de distribution domestique ne se mettra en place qu'après la mise en exploitation des forages à l'automne 1989, assurant une production *a priori* pérenne d'eau potable : « Cette eau bouleverse les données actuelles et ouvre des possibilités nouvelles. On peut projeter dans un avenir proche le raccordement des habitations, l'alimentation du terrain de camping, des wc publics etc..., et même, pourquoi pas, une piscine ! »¹⁴². Des compteurs particuliers vont être installés et l'approvisionnement des citernes particulières sera facilité par l'implantation de sept bornes-fontaines dans le bourg : le fontainier n'aura plus qu'à s'y brancher directement pour remplir les citernes particulières voisines.

¹³¹ Délibération du Conseil municipal de le Palais, 1^{er} mai et 15 juillet 1941.

¹³² Recensement général de la population de 1999.

¹³³ Délibération du Conseil municipal d'Ouessant, 30 avril 1965.

¹³⁴ Recensement général de la population de 1999.

¹³⁵ *Le vent du large*, journal paroissial d'Hoëdic, n°3, mai 1965.

¹³⁶ *La Liberté du Morbihan*, 30 septembre 1967.

¹³⁷ Délibération du Conseil municipal de Groix, 18 septembre 1967.

¹³⁸ *Brèves informations municipales*, Houat, avril 1971.

¹³⁹ Délibération du Conseil municipal de Sein, 31 mars 1979.

¹⁴⁰ Délibération du Conseil municipal de Sein, 15 avril 1983

¹⁴¹ Délibération du Conseil municipal de Molène, 11 février et 5 juin 1976.

¹⁴² *Le Télégramme*, 22 septembre 1989.

1.2. Une problématique focale d'une forme de déshérence territoriale ?

1.2.1. L'abandon inéluctable des usages traditionnels de l'eau

Après la Seconde Guerre mondiale, un des soucis majeurs des collectivités rurales a été l'adduction en eau potable. Sur le continent, beaucoup de fontaines ont alors été détruites pour le captage des eaux de sources et les travaux des années 1960-1970 ont définitivement marqué un « tassement des activités traditionnelles ». Le développement des réseaux routiers a également joué un rôle dans la destruction des fontaines : « On ne contourne pas une fontaine, on la buse et on la recouvre » (Denèfle, 1994). Sur les îles bretonnes, l'installation de l'eau courante dans les maisons a précipité l'abandon des usages traditionnels : plus de corvée d'eau ni de lessives au lavoir. Ainsi l'installation de deux pompes dans le village de l'île de Houat, en 1967, « allègera sensiblement la corvée d'eau imposée aux insulaires », ces derniers « ne disposant jusqu'ici que de quelques points d'eau en bordure du village et devant faire chaque jour une pénible corvée de seaux »¹⁴³. Les femmes ont généralement cessé d'aller au lavoir dans les années 1960 (Bellec, 1994). Dans l'éditorial du bulletin annuel éponyme de l'île de Groix, en 1974, le sénateur maire J. Yvon revient sur les équipements réalisés depuis 1967, et ne manque pas de souligner l'amélioration des conditions de vie, féminines en particulier : « L'adduction d'eau promise à toutes les agglomérations de l'île est aujourd'hui chose faite. Chaque foyer est à même d'apprécier désormais l'énorme avantage que représente pour la ménagère l'eau sur le robinet ». Dans un article acerbe publié dans la revue *Penn ar Bed* en 1977, l'ancien secrétaire général de l'Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant et Ingénieur du Génie rural, P. Singelin (1977), fustige pourtant une « population qui refuse de se soumettre à une discipline que supposerait une gestion rationnelle de l'eau ». Il dénonce ainsi l'abandon des usages traditionnels de l'eau, usages fondés sur un rapport direct à la ressource hydrique par l'intermédiaire des points d'approvisionnement (puits, fontaines, robinets publics). Il rappelle la déshérence généralisée des puits et la pollution des nappes phréatiques, n'hésitant pas à conclure que cet état de faits pourrait avoir des conséquences graves en période de sécheresse. De nombreux puits et fontaines seront effectivement fermés, leur eau n'étant d'ailleurs plus potable du point de vue strictement réglementaire. Pour preuve cette délibération du Conseil municipal de Groix de 1973¹⁴⁴ :

« Puits communaux. Revenant sur une décision antérieure, le Conseil municipal décide de laisser libre accès aux divers puits communaux mais uniquement sous la responsabilité des usagers et sans que ce ne soit en aucune façon une charge pour la commune. Des pancartes « eau non potable » y seront apposées ».

Sur certaines îles comme Ouessant et Houat, les citernes de récupération des eaux de pluie seront également progressivement abandonnées au profit de l'eau du service d'alimentation. En 1965, la municipalité ouessantine « abandonne les droits qu'[elle] possédait sur une citerne mitoyenne avec la propriété Leven, d'aucune utilité pour elle »¹⁴⁵ ; les citernes individuelles semblent subir progressivement le même sort : « Par ailleurs, l'eau courante n'a fait son apparition qu'en 1960 grâce à un barrage de retenue d'eaux sur la principale rivière de l'île, l'utilisation des citernes d'eaux de pluies a

¹⁴³ *Ouest-France*, 30 septembre 1967.

¹⁴⁴ Délibération du Conseil municipal de Groix, 14 février 1973.

¹⁴⁵ Délibération du Conseil municipal de Ouessant, 17 janvier 1965.

progressivement été abandonnée » (Appriou, 1979). Sur l'île de Houat, il y a 42 propriétaires de citernes en 1971¹⁴⁶, l'inventaire réalisé au cours d'un entretien avec le premier adjoint du maire en août 2005 n'en recense plus que 22, lesquelles sont encore utilisées pour l'arrosage du jardin, voire le lavage du linge et les toilettes. Cette même déshérence des citernes de récupération des eaux de pluie constitue une crainte réelle pour les élus molénais compte tenu de l'importance des volumes de stockage concernés¹⁴⁷ : la mise en place des branchements particuliers et la modernisation du réseau d'eau peuvent, à terme, supprimer le souci de récupération d'eau météorique et l'usage des citernes. Les citernes vont-elles disparaître suite à un défaut d'usage et d'entretien ? Les gestes ancestraux et ataviques de récupérer l'eau du ciel vont-ils tomber dans l'oubli ?

1.2.2. Déshérence et réappropriation des territoires insulaires

L'abandon des points d'eau historiques des îles, lequel coïncide avec le développement des infrastructures hydrauliques modernes, est-il symptomatique de la déshérence des usages traditionnels des territoires insulaires ? La brutale rupture socio-économique d'après-guerre s'explique d'abord par l'essoufflement de la pêche artisanale. Les flotilles de pêche insulaires restent en marge de la modernisation qui s'opère alors dans les ports continentaux. Entre 1955 et 1965, les îles assistent à une véritable fuite de leurs hommes vers la Marine marchande qui emploie sur sa flotte pétrolière. Les bons revenus permettent aux familles d'abandonner une agriculture d'autosubsistance et nombre d'entre elles quittent leur île pour s'installer sur le continent où les facilités d'éducation et les standards de vie sont autant d'attraits (Péron, 1993). « Les marins-pêcheurs insulaires vont contribuer à faire de leur île des pays de marins sans vie maritime, appelés très vite à devenir des pays de retraités » (Guilcher, 1936) ; le vieillissement des populations îliennes et le désaveu des plus jeunes pour les activités traditionnelles telles que la pêche et l'agriculture entraînent les îles dans une situation économique moribonde, les plaçant sous la dépendance des importations et des revenus exogènes : déjà en 1983, 60 % des revenus ouessantins n'étaient pas produits directement sur l'île (Le Démézet et Brigand, 1987).

La forte déprise agricole de la seconde moitié du XX^e siècle entraîne inéluctablement la disparition progressive des espaces cultivés et pâturés. Sur l'île de Houat par exemple, le cheptel animal compte cent cinquante têtes en 1945 ; il n'est plus constitué que de 26 bovins en 1962, une douzaine en 1974 (Pensec, 1974), pour finalement être nul aujourd'hui. La conséquence immédiate de la déshérence des terres agricoles est une fermeture des paysages insulaires liée à leur enfrichement. Entre les années 1960 et 1990, les fourrés de ronces, ajoncs, fougères ou autres prunelliers ont colonisé les parcelles abandonnées et conduisent à une homogénéisation de la perspective paysagère, à l'instar des petites îles de Molène, Sein, Houat et Hoëdic, mais aussi d'Ouessant (Gourmelon, 1995). Les parcelles de jardins en périphérie au sud des bourgs de Molène et d'Hoëdic sont également moins étendues, marquant le repli de l'espace exploité à l'approche immédiate des zones bâties. A l'inverse, il semble qu'il y ait une densification des sentiers et chemins dont le dédale s'accroît parfois jusqu'à détériorer le substrat, comme dans les zones des campings hoëdicaux et houataux (fig.6.4 et 6.5).

¹⁴⁶ *Brèves informations municipales* de Houat, juillet 1971.

¹⁴⁷ Exposition estivale de Molène : « Histoires d'eau à Molène, ou le combat des Molénais pour l'eau douce du V^e siècle à nos jours ».

L'espace jadis travaillé n'est plus qu'un espace visité et « consommé » par les touristes. Pour les sociétés littorales françaises, jusqu'au XIX^e siècle « la pluriactivité reflète l'origine du territoire [...]. Elle témoigne des équilibres et des déséquilibres entre les différents secteurs de l'économie locale » (Le Bouëdec, 2002) : la fin de cette pluriactivité en faveur de la monoactivité touristique marque inévitablement les paysages et tend à faire disparaître l'originalité de l'organisation territoriale fondée sur l'agriculture.

Sur les îles bretonnes, les changements d'occupation du sol trahissent une forme de désaveu socioculturel des îliens pour leur territoire, allant jusqu'à une réappropriation spatiale par les touristes. Finalement, l'abandon des points d'eau historiques participe de cette même dynamique de déshérence territoriale : les populations insulaires se sont effectivement détachées de leurs ressources locales naturelles, risquant d'en oublier la singularité voire la fragilité. La gestion des réserves en eau était quotidienne, active (corvées d'eau, organisation de l'entretien des fontaines et des lavoirs, rationnement...), et donc réellement sociale et en lien direct avec la ressource. Elle se résume aujourd'hui au couple technique station-tuyau et est d'une certaine manière rendue virtuelle par l'unique interface ressource-usager qu'est la facture d'eau. Réminiscence d'usages obsolètes, l'héritage patrimonial des fontaines et des lavoirs ne constitue finalement plus qu'un atout culturel et architectural de faire-valoir touristique.

Figure 6.4 : Changements paysagers et modernisation hydraulique de l'île d'Hoëdic entre 1967 et 1993.

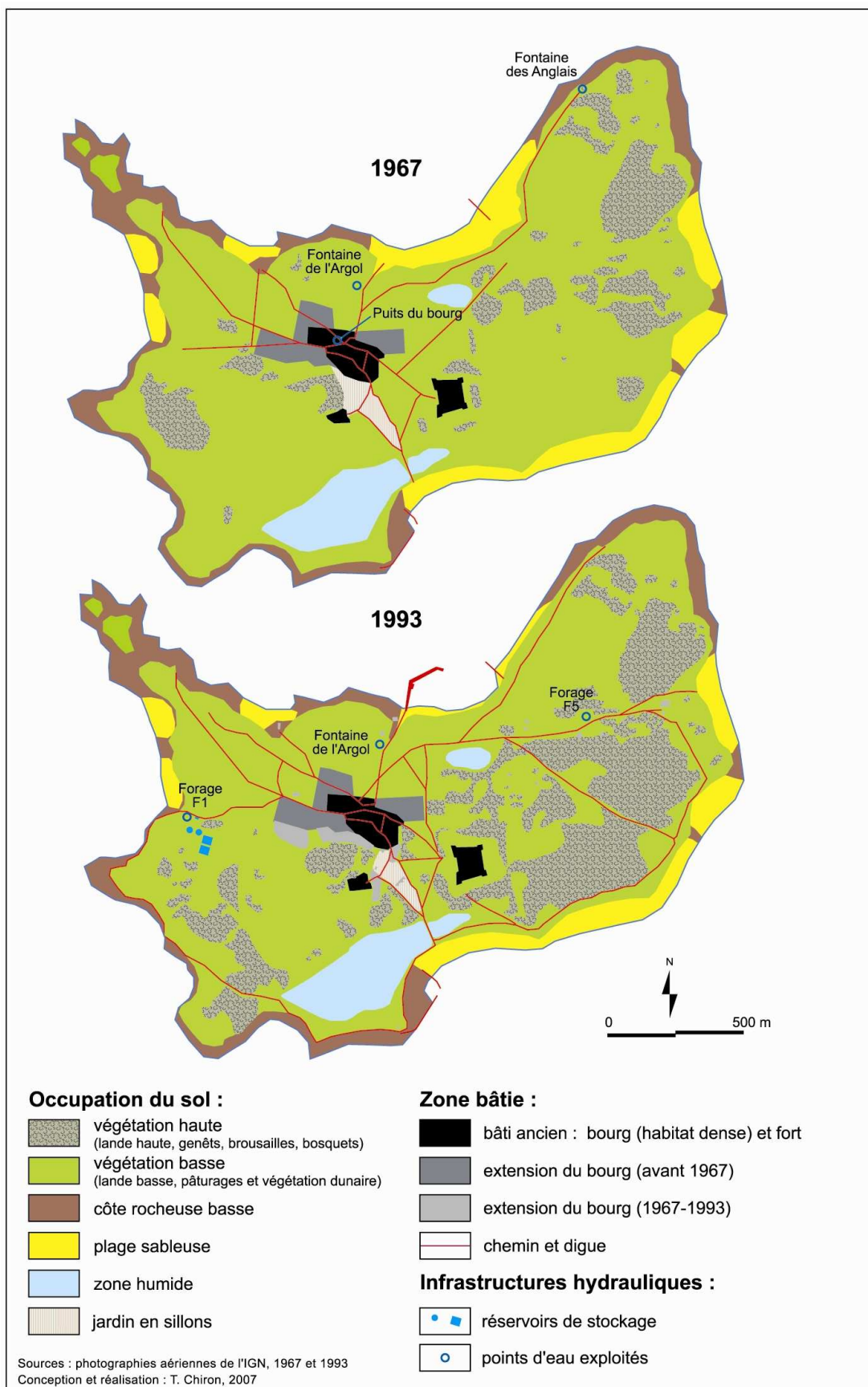
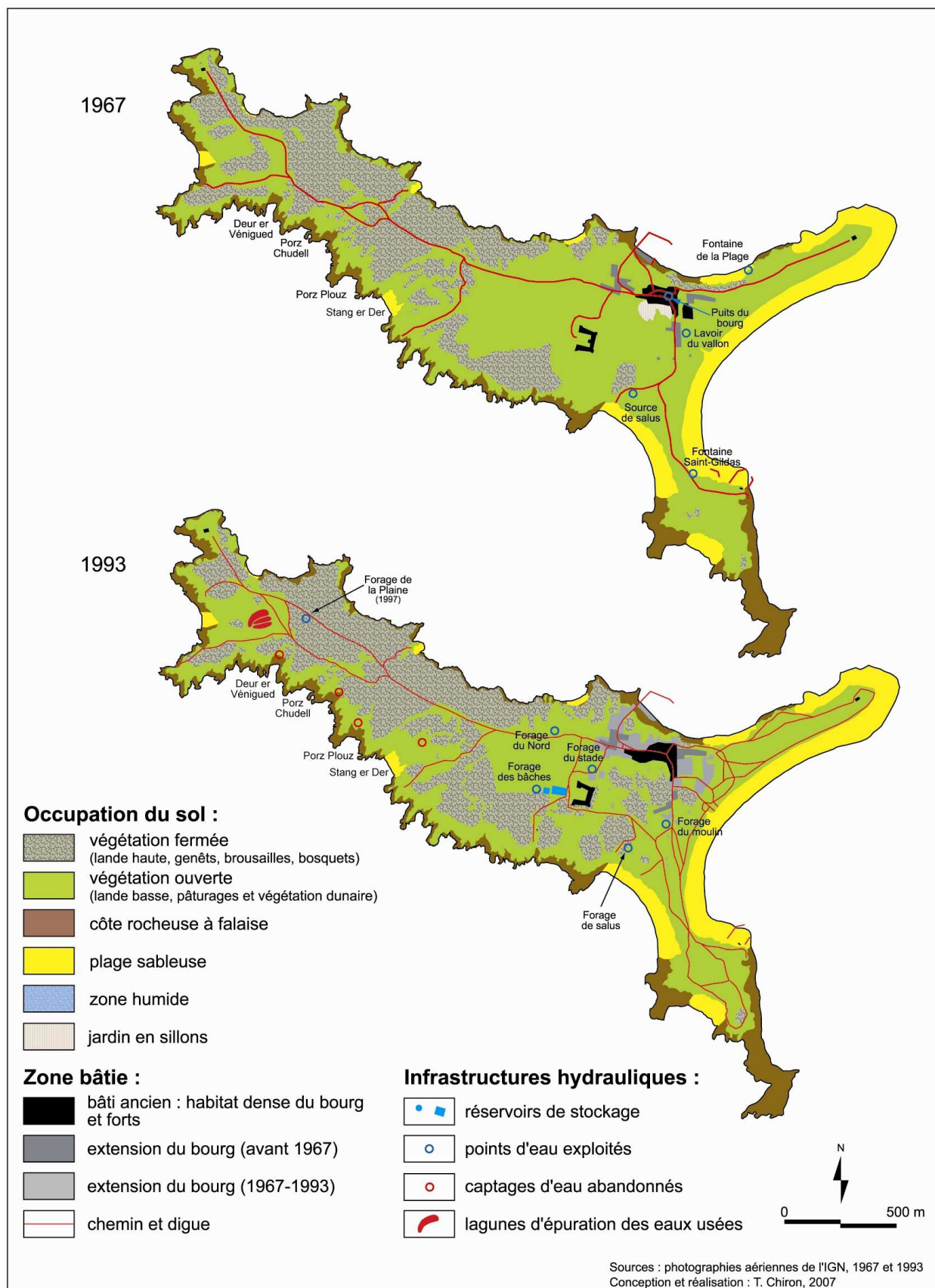


Figure 6.5 : Changements paysagers et modernisation hydraulique de l'île de Houat entre 1967 et 1993.



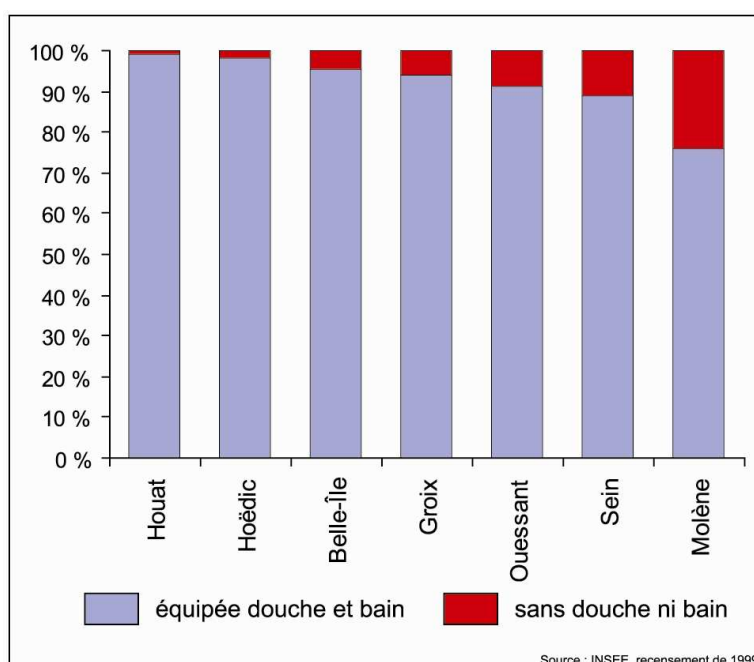
1.3. Les enjeux contemporains de la modernisation hydraulique des îles

1.3.1. L'amélioration générale du confort domestique

En corollaire du développement des réseaux de distribution d'eau potable, le confort sanitaire des ménages est progressivement amélioré : salles de bains, WC intérieurs équipent bientôt les résidences. En 1999, selon les chiffres de l'INSEE, le niveau d'équipement sanitaire des résidences principales insulaires, bien qu'accusant un léger retard, reste dans l'ensemble conforme à la normale continentale qui atteint 96,5 % de logements équipés de WC intérieurs et d'une douche ou d'un bain. Les îles du Ponant présentent, quant à elles, un taux d'équipements sanitaires proches de 90 % pour l'ensemble des résidences, à l'exception de Molène. A peine 77 % des résidences principales y sont équipées de WC intérieurs, et près du quart ne possède ni douche ni bain, témoignant d'un déficit de confort domestique (fig.6.6). La cause principale est la mise en place récente et progressive du service d'alimentation domestique en eau potable sur l'île, après la mise en exploitation des forages en 1989. La quasi-totalité des résidences s'approvisionnaient jusqu'alors directement grâce à leur citerne individuelle, qu'elles faisaient remplir ponctuellement par le régisseur d'eau depuis les bornes fontaines du bourg. L'extension du réseau de distribution d'eau potable à toute l'île a permis le raccordement des résidences principales au service d'eau, lesquelles ont ainsi disposé d'une eau de qualité en quantité et sous-pression.

Les dernières données des recensements de 2004 et 2005 montrent que les résidences principales molénaïses se sont, entre 1999 et 2004, fortement équipées en installations sanitaires, rejoignant ainsi les moyennes insulaires et nationales. Sur les autres îles, la tendance est également à une optimisation générale du confort sanitaire domestique avec une légère progression de la part des ménages occupant un logement équipé d'une installation sanitaire (tab.6.1).

Fig. 6.6 : Niveau d'équipement sanitaire des résidences principales en 1999.



**Tableau 6.1 : Evolution récente du confort
sanitaire des ménages insulaires.**

<i>Île</i>	<i>Part des ménages occupant un logement équipé d'une installation sanitaire</i>	
Années de recensement	1999	Dernier RP*
Batz (2)	90,1	93,8
Ouessant (2)	91,2	96,2
Molène (1)	76,8	94,1
Sein (1)	88,9	94,2
Houat (1)	99,3	99,3
Île-aux-Moines (2)	96,4	97,0
Belle- Île	Locmaria (2)	93,7
	Le Palais (2)	96,8

Source : INSEE.

* Année de recensement : (1) : 2004 ; (2) : 2005.

Il est fort regrettable que les mêmes données ne soient pas disponibles pour le parc de résidences secondaires : elles permettraient de comparer les niveaux d'équipements sanitaires entre les deux populations insulaires, permanentes et secondaires. Sans présager de la situation insulaire générale, une étude menée par le bureau d'étude Transénergie (2003) sur l'île de Sein, rapport final du projet de schéma directeur énergétique de l'île, conclut que les résidences secondaires sont en général mieux équipées que les résidences principales. Les explications tiennent principalement à l'origine des populations résidentes :

- les résidences principales sont occupées par une population d'îliens, souvent âgée, modeste, habituée à économiser l'eau,
- les résidences secondaires sont habitées par d'anciens îliens ou une population aisée, habitués à un confort domestique élevé.

Il convient cependant de manier ces conclusions avec précaution, celles-ci étant fondées sur une enquête par questionnaires auprès de la population. Les réponses obtenues ne représentent que 28 % de l'ensemble des logements et sont majoritairement issues de résidents principaux : les retours de questionnaires comptabilisés concernent 75 résidences principales et seulement quinze résidences secondaires pour le résidentiel, soit 56 % et 9 % des parcs respectifs.

1.3.2. L'eau, enjeu du développement économique et touristique insulaire

Si, jusque dans les années 1950, la question de l'eau sur les îles relève d'enjeux à la fois sanitaires et sociaux, leur modernisation à partir des années 1960 et surtout 1970 se conjugue aux mutations sociales pour redéfinir ces enjeux vers une orientation plus économique. Pour les élus locaux, l'alimentation en eau potable est effectivement primordiale dans l'aménagement des territoires insulaires : leurs préoccupations soulignent la nécessité d'une amélioration des services d'eau afin de répondre aux

exigences de confort tant des îliens que des estivants. C'est l'argumentaire des élus de Le Palais pour la construction du barrage de Bordilla en 1938 : ils considèrent « que le service d'eau est une source d'hygiène et de bonne santé pour les habitants et estivants de Le Palais »¹⁴⁸. L'extension du réseau d'adduction d'eau à l'ensemble de Belle-Île à partir de ce barrage est discutée au début des années 1960 : le maire de Locmaria ne manque pas de réitérer « les avantages que présente pour la commune et les communes avoisinantes la réalisation de ce service d'eau : possibilité de cultures et d'élevage, développement de la construction et du tourisme »¹⁴⁹.

Dix ans plus tard, le Conseil municipal groisillon « rappelle que l'avenir de Groix est indiscutablement lié à son développement touristique » et, précisant « les moyens qu'il y a de mettre en œuvre pour réaliser la vocation touristique de la commune, [...] considère que ces objectifs ne peuvent être atteints qu'avec l'achèvement de l'adduction d'eau qui ne couvre qu'à peine les deux tiers de l'île, et avec l'assainissement par la création d'un réseau d'égoûts dans la principale agglomération qui compte plus de 1 000 habitants »¹⁵⁰. Au début de ces mêmes années 1970, sur l'île de Molène cette fois, la réalisation complète du projet d'adduction d'eau est également « absolument indispensable aux habitants de l'île et au développement touristique de la commune »¹⁵¹. Il s'agit pour les îles d'assurer une qualité de vie standardisée sur celle du continent en offrant les mêmes services, l'alimentation en eau potable étant primordiale. Il en va de l'image de marque de ces territoires singuliers dorénavant prisés par les touristes. M. Allamic, maire de l'île d'Hoëdic, illustre parfaitement cette préoccupation majeure, alors que la pénurie d'eau menace les îles du Morbihan pendant la sécheresse de 1989 : « A force de lire dans les journaux qu'il n'y avait pas d'eau à Hoëdic, on finissait par craindre pour la saison. Maintenant vous êtes là, et vous allez pouvoir dire qu'il y a de l'eau chez nous »¹⁵².

* *
*

Les équipements structurels doivent répondre à une double contrainte : naturelle d'une part, avec la limitation de la ressource, anthropique d'autre part, avec l'accroissement des besoins saisonniers. Ces équipements doivent être surdimensionnés par rapport à la population insulaire permanente et sont plus complexes dans leur gestion. En outre, il est admis que l'insularité grève les coûts de construction de quelque 30 % à cause de la rupture de charge induite par le transport et les surcoûts liés à une main-d'œuvre qu'il faut parfois loger sur place. Aussi la question de l'eau revêt-elle une seconde dimension économique : celle du financement structurel et de la délicate question du prix de l'eau sur les îles. A ce sujet, la création d'un fonds d'équipement des îles du Ponant est approuvée par le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Équipement, du Logement et du Tourisme en 1972 : « [...] Le Comité Interministériel pour l'Aménagement du Territoire a autorisé [...] la participation du Fonds d'Intervention

¹⁴⁸ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 10 décembre 1938.

¹⁴⁹ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 5 février 1961.

¹⁵⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 3 décembre 1971.

¹⁵¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 4 décembre 1974.

¹⁵² *Ouest-France*, 8 juin 1989.

d'Aménagement du Territoire [...] au financement des équipements sanitaires nécessaires à l'accueil des touristes »¹⁵³.

Enfin, la dimension économique de l'eau en tant que marchandise ne doit pas être oubliée. Le principe selon lequel l'eau paie l'eau implique, en effet, une marchandisation de la ressource lorsque celle-ci est exploitée et distribuée : les produits de la vente servent en théorie à l'amortissement des équipements de production et de distribution ainsi qu'au fonctionnement des services d'eau.

¹⁵³ *La Manche libre*, 21 août 1972.

2. Le tourisme et la question de l'eau

Les migrations saisonnières des populations insulaires, permanentes et surtout secondaires, ainsi que l'afflux de touristes modifient profondément les besoins non seulement en eau mais aussi en énergie ; elles augmentent également les volumes de déchets à collecter et à traiter. Concernant l'eau, dans les années 1970, « peu à peu de nouveaux besoins surgissent et l'adduction d'eau fait bientôt partie des revendications premières des îliens. Progressivement, la fréquentation touristique va largement accroître la consommation » (Singelin, 1977). Sans présenter une énième fois les caractéristiques du tourisme sur les îles du Ponant, il s'agit ici de préciser brièvement les interactions originelles entre la fréquentation touristique et la pression induite sur les ressources hydriques, avant de consacrer des développements plus approfondis et originaux sur les modèles insulaires de consommation de l'eau.

2.1. Quel tourisme insulaire ?

2.1.1. La construction du mythe insulaire

L'attractivité touristique des îles bretonnes ne date pas des années 1960. Si la construction moderne du « désir d'île » est apparue avec l'entrée de l'Occident dans le XVIII^e siècle, ces territoires isolés semblent avoir toujours inspiré les hommes au recueillement. Dès la fin du Moyen-Âge, nombre d'îles ont été investies par des mystiques et les légendes locales ne manquent pas de citer l'arrivée d'un saint, à l'instar de saint Pol à Ouessant ou saint Ronan à Molène :

« On vit cependant bientôt, en dehors des couvents établis dans toutes les provinces de France, des colonies franciscaines essaimer dans les îles bordant les côtes, recherchant ces endroits écartés et sévères. L'île du Blavet, près Hennebont, vers 1450 ; l'île Vierge, en Léon ; l'île Verte, près de Bréhat, au large de Paimpol, puis Cézembre, en face de Saint-Malo, en 1468, jadis occupée comme Chausey par des anachorètes ; l'îlot de Herm, à l'est de Guernesey, en 1448 auquel succéda un des îlots de Saint Marcouf, en avant de Quinéville, dépendant de l'abbaye bénédictine de Cerisy, avec des Franciscains venus de Guernesey, reçurent de ces colonies, formant comme une chaîne de maisons de prières autour des côtes de la région » (de Gibon, 1910).

A travers les idées rousseauistes du XVIII^e siècle, opposant les vertus des peuples originels aux vices des sociétés civilisées, et accrédité par la découverte de nouvelles îles dans les océans Indien et Pacifique, l'imaginaire occidental idéalise l'insulaire dans un monde de « pureté naturelle originelle », hors du temps linéaire, archaïque (Péron, 2002). En témoignent les succès auprès de la classe lettrée des romans de Daniel Defoe, *Robinson Crusoé*, et de Bernardin de Saint-Pierre, *Paul et Virginie*, parus respectivement en 1719 et 1788. A cette même époque, Ouessant participe déjà à la mystification des territoires insulaires bretons dans un des trois récits de *L'Innocence du premier âge en France* de Billardon de Sauvigny, paru en 1768 à Paris, et dans lequel une nouvelle société née de l'alliance d'une noblesse éclairée et d'un peuple préservé de la civilisation a élu domicile sur l'île (...). A cette époque, les îles côtières françaises sont encore très mal connues du public et n'incarnent qu'un univers paradisiaque mais non moins étrange, loin des corruptions et des mondanités de la civilisation.

Il faut attendre la seconde moitié du XIX^e siècle et le double avènement du chemin de fer, qui ouvre l'arrière-pays, et du grand commerce international, qui structure les avant-pays maritimes, pour que les îles représentent la quintessence du maritime aux yeux des continentaux. Elles sont alors attractives pour les emplois de pêcheurs et de main d'œuvre, notamment pour la construction des forts de défense et des phares (Péron, 1985). Nombre de personnalités des arts se rendent également dans les îles à cette époque, notamment les peintres qui contribueront à faire connaître les paysages insulaires. Claude Monnet séjournera à Belle-Île en 1866 pour y peindre la mer et le ciel, inventant le paysage marin ; Charles Cottet ira à la rencontre des figures les plus accomplies du « peuple de la mer » de Ouessant et de Sein au début des années 1900. En 1907, l'écrivain allemand Bernhard Kellerman s'inspirera de sa confrontation avec les éléments naturels déchaînés de Ouessant pour son œuvre romantique *Das Meer*, publié en 1910 (Brigand, 1999). Tempêtes, naufrages, nostalgie des temps passés, ces artistes exaltent déjà les valeurs esthétiques et l'originalité sociétale des îles, construisant une image continentale moderne plus magique que réelle de l'espace insulaire.

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, les excursionnistes verront dans leurs voyages vers les îles cette mise en scène à la fois paysagère et humaine du milieu littoral et maritime, fondements socioculturels de la convoitise touristique dont elles font aujourd'hui l'objet. S'il faut pourtant attendre les années 1960 pour voir les îles du Ponant s'ouvrir réellement au tourisme (Bioret *et al.*, 1991), dès les années 1920 la vocation touristique belliloise s'affirme comme une manne économique intéressante. En 1921, le Conseil municipal de Locmaria se prononce en faveur de l'érection de Belle-Île en station de tourisme, conformément à la loi du 24 septembre 1919 et du décret réglementaire du 4 mai 1920, qui lui permettent de percevoir une taxe de séjour¹⁵⁴. En 1927, le principe du projet de constitution d'un syndicat des quatre communes de Belle-Île ayant pour objet l'érection du canton de Belle-Île en station touristique est accepté¹⁵⁵.

2.1.2. Le fait touristique insulaire aujourd'hui

Depuis les années 1960 donc, l'essor progressif du tourisme insulaire est doublement lié à l'attractivité jamais désavouée des îles et à l'amélioration générale des niveaux de vie français et européen, auxquelles il faut ajouter le développement des facilités et infrastructures de transports et la banalisation de l'usage de la voiture particulière. Par ailleurs, les liaisons maritimes régulières qui desservent les îles satisfont la demande d'un nombre sans cesse croissant de touristes. A ce titre, en 1978 la municipalité sénane ne manque pas de soulever le problème de transport des touristes et des îliens en « constatant qu'une abondance de moyens est attribuée aux îles d'Ouessant et de Molène – capacité : 1 000, pour transporter les passagers, alors qu'à Sein, malgré une demande et un refus constant, la capacité reste inchangée : 180. Nous constatons de même, que avec 180 passagers de capacité, l'Enez-Sun arrive à faire 43 000 et les trois autres bateaux 86 000 »¹⁵⁶.

Si les îles se sont engagées avec plus ou moins d'enthousiasme dans la voie touristique, force est d'admettre qu'aujourd'hui le tourisme constitue leur activité économique majeure (Brigand, 1983 et 2000). Une étude sur la fréquentation touristique des îles du Ponant réalisée en 1990 par l'Association pour la Promotion et la Protection

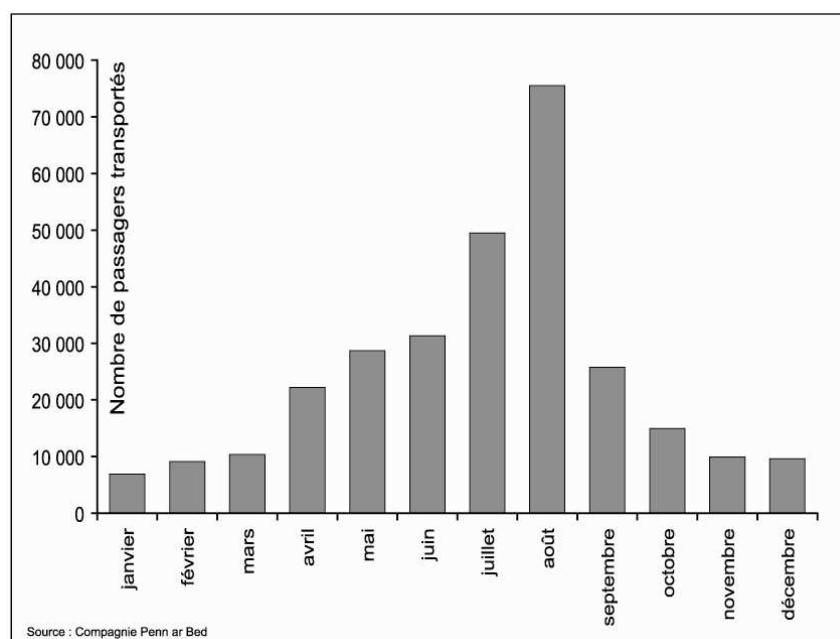
¹⁵⁴ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 17 avril 1921.

¹⁵⁵ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 27 mai 1927.

¹⁵⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 25 mai 1978.

des Îles du Ponant (APPIP) montre qu'il s'agit avant tout d'un phénomène estival : aux mois de juillet et août correspondent le paroxysme de fréquentation. Les vacances de Pâques et les week-ends prolongés voient également un développement du nombre de touristes sur les îles ; récemment, le passage aux 35 heures semble corroborer cette tendance. A dominante familiale, la population non permanente qui se rend sur les îles se compose de deux catégories : les excursionnistes qui visitent l'île en une journée, et les séjournants qui y restent quelques jours.

Figure 6.7 : Transport de passagers vers les trois îles de l'Iroise (Ouessant, Molène et Sein) par la compagnie maritime *Penn ar Bed* (moyennes mensuelles 2000-2005).



Le nombre de passagers transportés vers les îles est un excellent indicateur de la fréquentation touristique des îles du Ponant, lorsque ces chiffres sont communiqués. Pour les îles de la mer d'Iroise, deux lignes assurent la liaison depuis le continent : la ligne sud dessert l'île de Sein, la ligne nord les îles de Ouessant et Molène. C'est une moyenne annuelle de près de 300 000 passagers qui ont embarqué entre 2000 et 2005 : les deux tiers sur la ligne nord, le tiers restant vers l'île de Sein. En outre, les chiffres montrent sans ambiguïté la très forte saisonnalité des flux qui se concentrent en été : juillet et août comptabilisent 39 % et 45 % des passagers transportés respectivement sur les lignes nord et sud, et plus des trois quarts des embarquements ont lieu au cours du semestre d'avril à septembre (fig.6.7).

2.1.3. Les premiers effets du tourisme insulaire moderne sur la demande en eau

Dans l'histoire récente des îles bretonnes étudiées dans le cadre de cette thèse, les plus anciennes références à l'interaction entre fréquentation touristique et besoins en eau datent de la fin des années 1950. C'est à Belle-Île, en 1956, que les premières mesures de gestion des ressources en eau face à la pression touristique sont évoquées :

« En raison de l'augmentation de la population en pleine période touristique, de la présence de nombreuses colonies de vacances, il est indispensable de prévoir un approvisionnement rationnel en eau car les quelques sources et citernes qui existent à Le Palais fournissent une quantité d'eau qui n'est pas en rapport avec la consommation en cette saison »¹⁵⁷.

Le rapport entre la ressource disponible et la demande est d'emblée déficitaire et caractérise l'inadéquation généralisée entre offre et demande en eau sur les autres îles : la pression touristique est systématiquement incriminée dans les situations conjoncturelles de pénurie d'eau. Ainsi en août 1961, un article du quotidien *Ouest France* titre : « le canard (l'île de Houat) en détresse : l'eau lui manque ». Si les pénuries estivales sont depuis longtemps connues des Houatais, habitués à la distribution réglementée et parcimonieuse de l'eau en été, cette fois « l'afflux de touristes semble avoir aggravé ce manque d'eau potable ».

Deux ans auparavant, lors de la sécheresse de 1959, un autre article de presse locale soulignait les difficultés induites par la fréquentation touristique que rencontrait par la municipalité molénaise. Un journaliste du *Télégramme* relate les propos du maire de l'île, lequel assure que « jamais l'île n'accueillit autant de visiteurs [...]. La population doubla ou tripla et la consommation d'eau suivit naturellement la même courbe »¹⁵⁸. Ce n'est pourtant qu'une douzaine d'années plus tard que les élus molénais s'inquiètent réellement de la croissance des besoins en eau engendrée par l'amélioration générale du confort des îliens et l'attractivité touristique de leur île : ainsi en juillet 1971, le maire « expose au Conseil municipal la nécessité d'augmenter la réserve d'eau potable de la commune en raison, tout d'abord, des besoins de plus en plus grands des habitants et ensuite, du nombre toujours croissant d'estivants débarquant à Molène »¹⁵⁹. Les réserves de l'île s'avèrent désormais insuffisantes en période estivale, alors même que la population augmente sensiblement et que les conditions climatiques sont défavorables : la pénurie conjoncturelle de 1959, liée à un aléa climatique remarquable, fait désormais place à un déficit structurel de la ressource.

Au cours des années 1960 et 1970, les élus des îles doivent développer des équipements capables de satisfaire à la fois les besoins des populations permanentes et ceux des populations temporaires qui se concentrent en été. Pour certains, « le tourisme apporte peu d'avantages par rapport aux soucis qu'il procure ; le déferlement de touristes ne fait qu'augmenter les difficultés du ravitaillement et limite les ressources en eau douce » (Dupeux et Le Menn, 1977). L'alimentation en eau est ainsi placée au cœur des choix d'aménagement des îles. Les infrastructures doivent être en adéquation avec les potentialités locales, tant naturelles qu'économiques. Pour exemple cette délibération du Conseil municipal de Locmaria, à Belle-Île qui, « estimant que le problème de l'eau dans l'île reste grave et n'a pas été résolu efficacement, exprime son désaccord en ce qui concerne la création par le SIVOM¹⁶⁰ de nouveaux WC à Sauzon »¹⁶¹. Il s'agit de bien dimensionner les ouvrages de stockage et de production d'eau pour garantir la satisfaction des besoins futurs. Le maire de Groix, quelque douze ans après la mise en exploitation du service d'eau de l'île à partir du barrage de Port-Melin, rappelle ainsi que « lors de la

¹⁵⁷ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 1^{er} août 1956.

¹⁵⁸ *Le Télégramme*, 1^{er} octobre 1959.

¹⁵⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène du 31 juillet 1971.

¹⁶⁰ Syndicat à vocation multiple.

¹⁶¹ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 26 octobre 1973.

construction de l'usine de pompage et de traitement, il avait été prévu la possibilité de doubler la production d'eau potable. L'accroissement de la consommation rend nécessaire dès cette année la mise en œuvre des travaux afin de faire face aux besoins de la population lors de la prochaine saison estivale »¹⁶². En 1993, les Houatais réceptionnent leurs nouvelles installations d'eau pour faire face à la demande estivale : « Une année de travaux rendue indispensable pour une consommation chaque année plus forte en période estivale, vu le nombre de touristes sans cesse croissant. [...] La panne sèche, qui à chaque saison se profilait, semble ne plus être crainte. Tout au moins dans les années à venir »¹⁶³. Jusqu'à très récemment, il est indubitable que les îles ont sans cesse dû rencherir structurellement pour approvisionner en eau une population estivale toujours croissante et *a priori* grande consommatrice d'eau : « La demande provient d'une population urbaine habituée à gâcher l'eau, bien négligeable certes, mais aussi considérée comme un droit. L'eau vient à manquer et nos amis touristes enferment un maire dans son bureau, écrivent à des personnages haut placés. Bref, qu'un territoire de 100 ha, situé en pleine mer à 10 km de la côte, n'offre pas en août l'eau courante comme à Paris, quel scandale ! » (Singelin, 1977).

2.2. L'émergence de nouvelles tensions autour de l'eau ?

2.2.1. La question des campings

Parmi les formes de tourisme populaire qui prévalent sur les îles dans les années 1960-1970, le camping requiert l'installation de sanitaires et de points d'eau, ce qui n'est pas sans poser des problèmes pour certaines îles. Longtemps, les campeurs houatais, par exemple, ont occupé les dunes de Treac'h er Gouréd au sud-est de l'île, ne disposant pas de sanitaires et s'approvisionnant en eau aux fontaines voisines de la plage, de Saint-Gildas ou du Salus. Cette habitude devient problématique lorsqu'il s'agit de capter cette dernière pour l'adduction en eau du bourg, en 1967 : « Capter la source du *Salus* reviendra à la supprimer pour les campeurs auxquels la source du vieux port [fontaine Saint-Gildas] ne suffit plus »¹⁶⁴. Près de quarante ans après, le projet de construction d'un nouveau camping est au cœur d'un débat entre îliens dont un des arguments est justement l'insuffisance supposée des ressources en eau endogènes.

Au début des années 1960 sur l'île de Groix, la question de l'eau est également au cœur d'un projet de terrain de camping aux Grands Sables : « Diverses contestations se sont élevées, notamment au sujet de l'eau. En définitive, le Conseil Municipal décide de faire simplement des cabinets d'aisance et de placer des poubelles »¹⁶⁵. L'absence d'installation sanitaire conduira finalement la municipalité à y interdire le camping sauvage en 1966¹⁶⁶. Pareille décision sera prise plus tard sur la Grande-Île de Chausey où, « avec le nombre croissant de tentes, un problème d'hygiène se posa dans cette île sans eau courante. Un beau jour, l'interdiction du camping sauvage toucha Chausey aussi bien du côté Etat que privé ». Ainsi, le camping fut définitivement interdit à Chausey en 1985 (Thévenin, 2000).

¹⁶² Délibération du Conseil municipal de Groix, 21 mars 1979.

¹⁶³ *Ouest France*, 23 juillet 1993.

¹⁶⁴ *Brèves informations municipales* de Houat, janvier 1967.

¹⁶⁵ Délibération du Conseil municipal de Groix, 16 novembre 1963.

¹⁶⁶ Délibération du Conseil municipal de Groix, 13 juin 1966.

Au début des années 1970, « le désir de nombreux campeurs de voir l'aménagement de WC dans la zone réservée aux campeurs » pose aussi problème aux élus hoëdicaux : « [...] L'île ne dispose pas d'une quantité suffisante d'eau douce pour le fonctionnement des chasses d'eau. Il sera donc nécessaire de faire faire une étude sur les possibilités d'aménagement de ces WC avec chasses d'eau de mer » ; les sanitaires seront construits en 1973¹⁶⁷. Ceux-ci seront fustigés dans l'article de P. Singelin (1977), lequel écrira à leur sujet : « On crée des sanitaires douches où l'eau coule à gogo (Hoëdic) ». La desserte individuelle des caravanes dans certains campings de Belle-Île est également polémique. Sur l'île de Sein, ce sont les constructions de douches municipales et de sanitaires pour le camping qui font l'objet de délibérations dans les mêmes années : « Sans vouloir créer un établissement immense, il serait utile d'aménager un local communal sur la cale : trois cabines de douches correspondant relativement à la demande »¹⁶⁸.

Il est intéressant de s'attarder sur un passage du livre de R. Gicquel (1998), *Sein, l'éternelle résistance*, afin d'illustrer le regard que semblent porter les îliens sur les touristes et leur usage de l'eau : « Là, il y a un problème : l'eau douce. En l'absence de puits, il y a toujours eu des citernes particulières. Puis deux collectives de chacune mille mètres cube. Comme il pleut moins sur les îles que sur le continent, on complète le remplissage par de l'eau venue par bateau. Car l'installation de désalinisation d'eau de mer ne saurait suffire, d'autant qu'il lui arrive de tomber en panne. Le tout rend très chère l'eau du robinet : trente-huit francs le mètre cube. Economiser l'eau est une pratique quasi culturelle chez les îliens. Ce n'est pas le cas des estivants qui ne comprennent pas les regards réprobateurs quant ils rincent leurs planches à voile au jet deux fois par jour ». Le choix de ce passage est d'autant plus éclairant qu'il reconstruit une image insulaire liée à une sorte de mythe obsolète d'une île de Sein aride et hostile, sous perfusion continentale. Ces informations sont pourtant grandement erronées ! La dramatisation littéraire ne devrait pas – elle le fait pourtant souvent avec les îles – prendre le pas sur l'objectivation des faits, surtout lorsqu'elle émane d'un journaliste. À sa décharge, cette forme de journalisme lui confère un rôle de porte-parole de la population locale qui ne le contraint pas à une vérification scrupuleuse des faits et dires, mais plutôt à leur diffusion sous forme synthétique. En outre, les Sênans se sont très longtemps approvisionnés en eau à trois puits historiques : le *Poul*, le *Lenn* et surtout le puits Saint-Guérolé, véritable patrimoine culturel de l'île. Comment l'auteur a-t-il pu ne pas voir ce dernier, ou se promener dans la rue des Fontaines, témoignage toponymique de l'existence de points d'eau ? De plus, les derniers ravitaillements en eau de l'île de Sein par la Marine nationale ont eu lieu en 1976 et 1990 ! Depuis que la première unité de dessalement a été installée sur l'île, la production suffit à satisfaire la demande des îliens et des estivants. Quoi qu'il en soit, la dernière phrase rappelle la teneur des entretiens menés auprès de quelques Sênans qui ne manquent pas d'incriminer les touristes pour le gaspillage de l'eau.

2.2.2. Quand Chausey défraie la chronique

En 1975, « un vent de fronde souffle à Chausey », où le manque d'eau engendre une crise ouverte entre la mairie de Granville et le dernier hôtelier chausiais, M.

¹⁶⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île d'Hoëdic du 17 septembre 1972.

¹⁶⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein des 31 octobre 1972 et 17 septembre 1973.

Blondeau¹⁶⁹ : celui-ci menace de fermer les portes de son établissement si aucune solution n'est trouvée à une question qui se pose depuis trente ans. Il n'hésitera pas à communiquer dans la presse locale, par voie de courrier : « [...] La municipalité a décidé de ne plus approvisionner en quantité suffisante, l'eau dont nous avons besoin aux îles Chausey ». Toujours selon lui, le problème est collectif, « puisqu'il concerne à la fois les habitants de Chausey et des milliers de touristes qui viennent aux beaux jours dans la région granvillaise, dépenser leur argent en vacances »¹⁷⁰. Finalement, l'hôtelier mettra sa menace à exécution en fermant son établissement à la mi-août, prétextant qu'il n'a plus d'eau pour ses clients¹⁷¹. Dans son édition du 24 août 1975, *la Manche libre* va jusqu'à poser la question suivante : « Est-ce le début d'une guerre de sécession ? ». D'autres articles alimenteront cette chronique chausiaise de l'eau : à la fin de l'été, la municipalité granvillaise fera paraître des communiqués de presse afin de désamorcer la crise¹⁷², mais l'hôtelier continue de l'accuser, arguant que « Chausey n'est pas la Corse mais un quartier de Granville à part entière ! »¹⁷³. La singularité insulaire de ce quartier d'une ville continentale se pose, et interroge quant à la gestion des ressources en eau : est-il possible d'assurer le même service d'eau sur une petite île isolée que sur le continent ? En guise de réponse, dans la même édition du *Républicain granvillais*, du 4 septembre 1975, la mairie de Granville fait le point : « Il est une confirmation que les îliens ne manquent pas d'eau et les chiffres donnés semblent bien superflus, aucun à notre connaissance n'en ayant fait état, ce qui n'est pas le cas des hôteliers : ce sont des commerçants, ils ont leur part et s'il en faut davantage, à eux de se débrouiller pour s'approvisionner, est-il dit en substance. [...] on doit même oublier l'intérêt qu'ils représentent sur le plan touristique pour ne retenir qu'une chose : qu'ils doivent donner à leurs clients le même confort qu'ailleurs ». L'hôtelier contre-attaque : « La réplique bien connue : « Mais avant, au temps de Madame Blondeau, il n'y avait pas ces problèmes d'eau ! » m'a souvent été dite par d'éminents membres de la municipalité qui ne se souviennent pas qu'il n'y avait ni lavabos, ni douches, ni WC dans cet hôtel. Or, quand j'ai restauré l'Hôtel du Fort en 1972, les services du tourisme de la Préfecture m'ont imposé ces installations, sinon je n'aurais pas eu droit au prêt du Crédit Hôtelier, et les normes devaient être respectées nonobstant la situation particulière de Chausey ». L'épilogue de cet article, qui revient à la municipalité granvillaise, dénote l'animosité qui règne autour de la question : « Quant aux pluies miraculeuses à Chausey, on pourrait suggérer aux hôteliers de faire comme Moïse dans le Sinaï : frapper le roc avec son bâton pour faire jaillir une source... ». Un dernier article paraît dans l'édition de *Ouest-France* du 11 septembre 1975 : M. Blondeau explique la position qu'il tient depuis quelques mois en rappelant que « les touristes, campeurs... se précipitent dans les hôtels pour tous leurs problèmes et besoins les plus urgents (...) » ; il précise ensuite : « L'apport d'eau a été nettement inférieur cette année par rapport à l'an passé. Si j'avais ouvert normalement mon hôtel-restaurant, il n'y aurait plus d'eau dans l'île depuis le 20 juillet (...). J'avais construit une citerne pouvant subvenir à mes besoins, seulement l'afflux croissant de touristes a fait que cela n'a pas été suffisant (...) ». Le dénouement de cette première affaire de l'eau à Chausey est à chercher dans les propos tenus au cours d'une réunion publique à Chausey par M. Pible,

¹⁶⁹ *La Manche libre*, 27 avril 1975.

¹⁷⁰ *Ouest-France Nord*, 16 mai 1975.

¹⁷¹ *Ouest-France Nord*, 14-15 août 1975.

¹⁷² *Ouest-France* (Edition Nord), 30 août 1975 et *Presse de la Manche*, 3 septembre 1975.

¹⁷³ *Le Républicain granvillais*, 4 septembre 1975.

au nom de la municipalité, laquelle promet deux millions de travaux pour améliorer la situation¹⁷⁴.

Si les positions soutenues par les deux parties, civile et publique, sont clairement en désaccord sur le rôle et les responsabilités des pouvoirs publics en matière d'approvisionnement en eau, leurs développements respectifs soulignent combien le tourisme et les obligations de confort sanitaire sont au cœur de la problématique et rendent difficilement soutenable la fréquentation de l'île dans les années 1970. La capacité d'accueil de l'île semble limitée par la seule rareté de l'eau et de l'inadéquation des usages modernes. C'est là tout l'enjeu d'une seconde « polémique »¹⁷⁵ qui secoue de nouveau la petite île de la Manche, au début des années 1990. Le dossier qui défraie cette fois la chronique est celui du projet de création de gîtes dans l'ancienne ferme de Chausey. Protestant contre un projet qui risque de « mettre en péril d'une façon certaine le minuscule écosystème de la Grande Île », le CREPAN (Comité régional d'étude pour la protection et l'aménagement de la nature en Basse Normandie) a attaqué le permis de construire délivré par la mairie de Granville à la fin de l'année 1992. Les arguments de l'association écologiste, concernant la réalisation de dix-neuf gîtes d'une capacité d'accueil de quatre-vingt personnes et d'un restaurant dans les bâtiments de la ferme, reprennent principalement la problématique de l'eau : « L'alimentation en eau potable n'est pas assurée et le lagunage proposé pour l'assainissement est incompatible avec le site. Une jurisprudence existe d'ailleurs sur ce sujet ». Il est également question des ordures ménagères, autre problème délicat pour les îles, problème que ces nouveaux gîtes risquent d'exagérer de façon sensible¹⁷⁶. Le dossier est repris par M. Anger, élu régional des Verts, qui s'interroge : « Comment gérer les problèmes déjà cruciaux de l'eau (besoins en eau, récupération et gestion des eaux usées, et autres effets des concentrations humaines) ? »¹⁷⁷. Si, « pour justifier cette action en justice, les écologistes expliquaient que la venue de nombreux touristes résidents menacerait l'environnement de cette île dépourvue d'eau potable », la justice a finalement débouté ces derniers : la cour administrative d'appel de Nantes a ainsi annulé le sursis à l'exécution de l'arrêté du 16 décembre 1992 accordant à la Société Civile Immobilière de l'île un permis de construire pour l'aménagement des gîtes et d'un restaurant¹⁷⁸. Les opposants au projet n'en restent pas là et M. Anger alerte directement l'Europe, rappelant encore les problèmes de l'eau et des déchets. « La qualité des eaux ne concernerait-elle pas l'Europe ? » demande-t-il avant de conclure : « Ne laissons pas une société immobilière commencer à faire main basse sur l'un des plus beaux sites du littoral, l'un des plus beaux archipels de la façade ouest de l'Europe »¹⁷⁹. La ville de Granville précise, de son côté, que le permis de construire délivré l'a été « dans le strict respect de la réglementation et après un double passage en commission départementale des sites. L'instruction de ce permis a, en effet, été fort longue, et aucun aspect du dossier n'a été négligé : l'alimentation en eau, l'évacuation des eaux usées ont été examinées avec une telle attention qu'elles ont donné lieu à deux réunions tenues à la Préfecture en présence de toutes les administrations intéressées et sous la présidence personnelle de M. le Préfet »¹⁸⁰. Ce qui tend à démontrer, par ailleurs, le traitement singulier des questions insulaires par les autorités responsables. Une nouvelle action en justice est lancée, cette fois pour faire annuler le permis de

¹⁷⁴ *Ouest-France*, 11 septembre 1975.

¹⁷⁵ *La Manche libre*, 21 mars 1993.

¹⁷⁶ *Presse de la Manche*, 7 décembre 1992.

¹⁷⁷ *La Gazette*, 29 janvier 1993.

¹⁷⁸ *La Manche libre*, 8 août 1993.

¹⁷⁹ *Presse de la Manche*, 10 août 1993.

¹⁸⁰ *La Manche libre*, 22 août 1993.

construire : le tribunal administratif de Caen déboutera finalement le CREPAN, et, après plus d'une année d'atermoiements, les gîtes de la Ferme pourront être construits¹⁸¹.

* *

*

A l'instar de la Grande-Île de Chausey ou encore des îles de Houat, Groix, Molène et Belle-Île, l'eau est au cœur de la problématique touristique des îles du Ponant : elle est à la fois un paramètre primordial pour leur développement économique et *a priori* un objet de discordance sociale entre îliens et touristes, souvent accusés par les premiers de gaspiller une eau pourtant rare. Simple idée reçue ou réalité comportementale ? Travaillant sur la question touristique en Méditerranée notamment, J.-P. Lozato-Giotart (1990) réaffirme que « le potentiel d'eau potable est un élément capital, la rareté de l'eau est un frein au tourisme (cas des îles mineures grecques aujourd'hui inhabitées). Cela d'autant plus qu'en moyenne un touriste consomme deux à trois fois plus d'eau qu'un résident ordinaire (jusqu'à 2 ou 3 m³ par jour et par touriste dans les complexes hôteliers de Jerba) ». Si le contexte touristique insulaire breton n'est pas celui de la fameuse île tunisienne, il convient désormais d'apporter des éléments concrets aux hypothèses bibliographiques et préjugés idéologiques quant aux conséquences du tourisme sur la demande en eau sur les îles bretonnes. Aussi un diagnostic des modèles de consommation d'eau est-il dressé afin de quantifier et caractériser objectivement les besoins hydriques des populations insulaires.

¹⁸¹ *Ouest France*, 11 janvier 1994.

3. Quels modèles insulaires de consommation en eau ?

La problématique de l'eau sur les îles du Ponant est presque exclusivement limitée aux besoins domestiques, au sens de l'article 3 du décret n°93-743 du 29 mars 1993 :

« Constituent un usage domestique de l'eau, au sens de l'article 10 de la loi du 3 janvier 1992, les prélèvements et les rejets destinés exclusivement à la satisfaction des besoins des personnes physiques propriétaires ou locataires des installations et de ceux des personnes résidant habituellement sous leur toit, dans les limites des quantités d'eau nécessaires à l'alimentation humaine, aux soins d'hygiène, au lavage et aux productions végétales ou animales réservées à la consommation familiale de ces personnes. En tout état de cause, est assimilé à un usage domestique de l'eau tout prélèvement inférieur ou égal à 40 m³ d'eau par jour, qu'il soit effectué par une personne physique ou une personne morale et qu'il le soit au moyen d'une seule installation ou de plusieurs ».

La « modélisation » des consommations d'eau sur les îles hydrauliquement autonomes est simplement fondée sur l'analyse des volumes d'eau potable produits. Deux approches temporelles sont nécessaires :

- la première est intra annuelle et concerne les variations saisonnières des productions d'eau ; elle est fondée sur l'étude des données mensuelles, voire hebdomadaires, afin de caractériser la saisonnalité des besoins ;
- la seconde est interannuelle et consiste à quantifier l'évolution de la demande annuelle en eau.

Enfin, il semble opportun, dans une démarche investigatrice qui s'inscrit dans la durabilité, d'engager une réflexion prospective sur cette évolution interannuelle des productions d'eau à court et moyen termes, en identifiant les facteurs explicatifs et les tendances observables.

3.1. La saisonnalité des besoins

3.1.1. Un indicateur de la fréquentation touristique résidentielle

La saisonnalité des besoins est le paramètre fondamental de la problématique de la gestion de l'eau sur les îles. L'analyse des volumes d'eau potable produits mensuellement sur les îles étudiées montre clairement que les besoins sont concentrés durant la saison estivale (tab.6.2). Afin de comparer les îles entre elles, un coefficient mensuel de production d'eau potable est calculé sur la moyenne des années 2000-2005. A l'image des coefficients de débit utilisés classiquement en hydrologie fluviale, il correspond au ratio entre la moyenne mensuelle du mois *i* et la moyenne mensuelle annuelle : il mesure finalement l'écart à cette moyenne annuelle pour laquelle le coefficient est égal à 1. Les résultats montrent clairement la concentration des besoins durant le second semestre hydrologique (avril à septembre) : les deux tiers, voire les trois quarts, des productions y sont concentrés ; les seuls mois de juillet et août représentent entre le quart des productions annuelles (Sein) et le tiers des besoins (Hoëdic) (fig.6.8).

Tableau 6.2 : Données disponibles de productions mensuelles d'eau potable sur les îles en situation d'autonomie hydraulique.

<i>Îles</i>	<i>Source</i>	<i>Années disponibles</i>	<i>Type de données</i>
Ouessant	Véolia Eau	1993-2006	mensuel
Molène	mairie	1987-2005	mensuel
Sein	mairie	1990-2006	mensuel
Groix	Véolia Eau	1986-2005	annuel
Belle-Île	SAUR France	1975-2005	hebdomadaire
Houat	SAUR France	1988-2005	hebdomadaire
Hoëdic	SAUR France	1994-2005	hebdomadaire

Les courbes des coefficients mensuels de production décrivent trois étapes distinctes au cours de l'année :

- la période correspondant au premier semestre hydrologique (octobre à mars), où les coefficients de production sont inférieurs à 1,
- la période printanière, qui correspond à l'avant saison touristique estivale (avril à juin), ainsi que l'arrière saison (septembre), où les coefficients sont proches de 1,
- la période estivale : juillet et août, où les coefficients sont supérieurs à 1,5.

Si toutes les courbes ont la même allure, des différences notables sont perceptibles. Un premier groupe est constitué des trois îles de Hoëdic, Houat et Molène pour lesquelles les amplitudes de production sont les plus importantes ($> 1,8$) ; un second groupe constitué des trois autres îles – Belle-Île, Ouessant et Sein – pour lesquelles les amplitudes de production sont moins élevées ($< 1,5$). Pour les premières, la saisonnalité est donc plus marquée que pour les secondes.

Le même traitement des données de la Compagnie *Penn ar Bed* – compagnie qui assure les liaisons maritimes entre les îles de la mer d'Iroise (Ouessant, Molène sur la ligne nord, Sein sur la ligne sud) et le continent – retourne des courbes à l'allure similaire (fig.6.9). Cependant, leur amplitude est plus grande que celle des coefficients de production d'eau : si la fréquentation touristique fait partie intégrante de la saisonnalité des besoins en eau, il faut aussi en conclure que la relation entre fréquentation et besoins hydriques n'est pas linéaire. La production d'eau potable de l'île de Molène reste néanmoins sensible aux flux de passagers de la ligne nord : l'île est, en effet, moins sujette au phénomène excursionniste qu'à la fréquentation de séjournants, ce qui influence directement les besoins en eau. En somme, l'augmentation intra annuelle des besoins n'est que partiellement dépendante des flux touristiques : pour cause, ils sont majoritairement composés d'excursionnistes dont la consommation d'eau potable est limitée à la fréquentation des restaurants et des bars essentiellement. Si cette part n'est pas négligeable, elle est indubitablement plus faible que la part relative aux résidents

secondaires et séjournants. Il est ici difficile – voire impossible dans le cadre d’une thèse – de pousser plus loin l’investigation sociologique : il faudrait avoir accès aux fichiers clients des gestionnaires des services de distribution de l’eau potable sur les îles, données évidemment confidentielles, et mener une enquête de fréquentation touristique des établissements en question.

Figure 6.8 : Saisonnalité comparée des productions d’eau potable sur les îles en situation d’autonomie hydraulique.

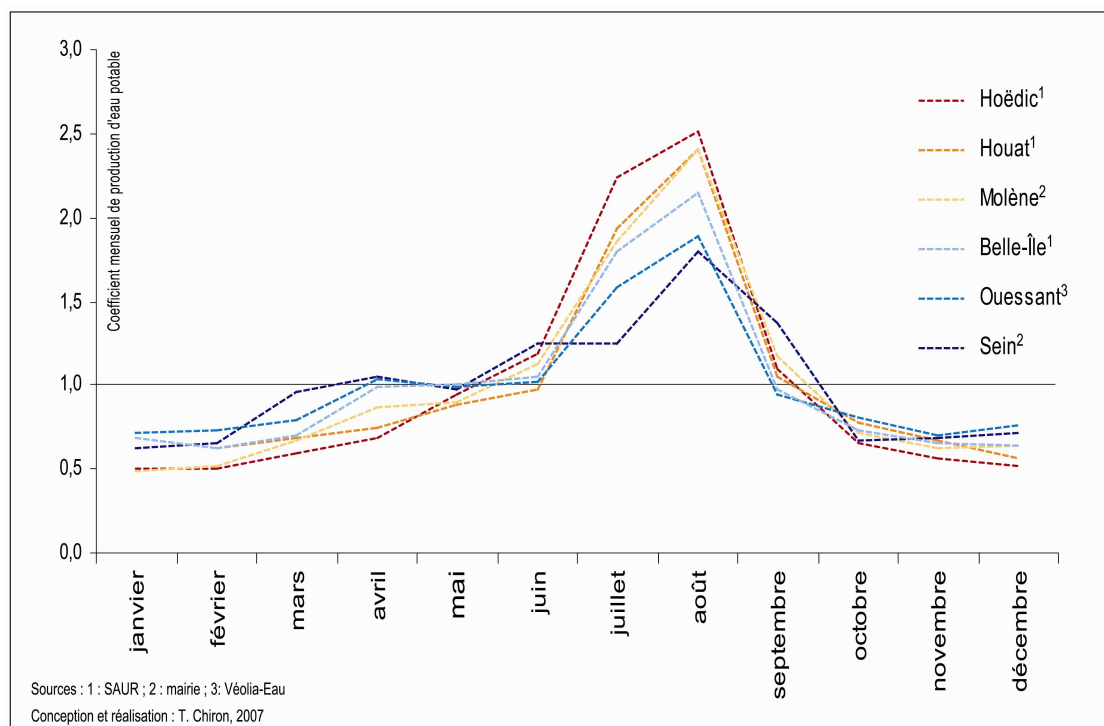
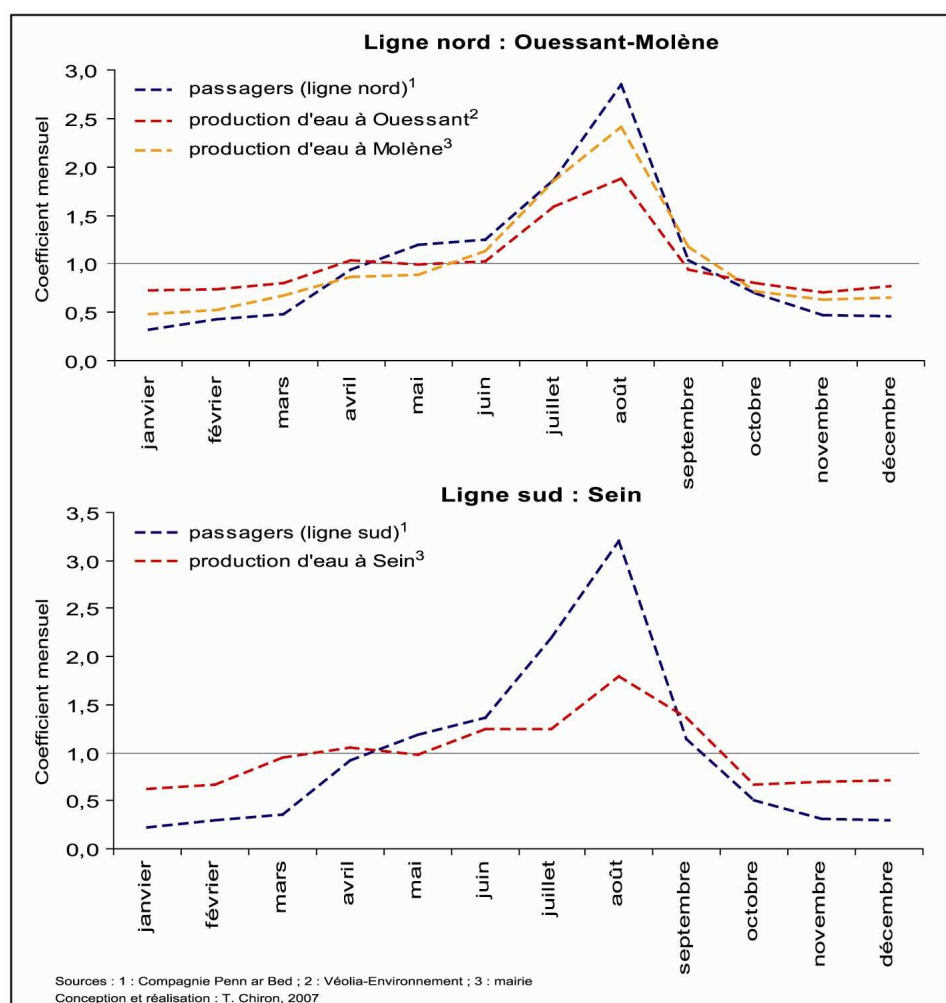


Figure 6.9 : Comparaison flux de passagers – productions d’eau potable sur les îles de la mer d’Iroise (moyennes 2000-2005).



3.1.2. Une pulsation imposée par les vacances scolaires

Malgré l’hétérogénéité des données disponibles, la production d’eau potable à l’échelle hebdomadaire permet de mener une analyse plus fine que la précédente en soulignant l’importance des périodes de vacances scolaires (tab.6.3). Les moyennes de production d’eau potable varient fortement selon qu’il s’agit d’une semaine de vacances scolaires ou non : les moyennes pour une semaine de vacances sont entre 50 % (Molène) et 100 % (Hoëdic) plus élevées que pour une semaine normale, sans vacances (fig.6.10). Ces chiffres masquent cependant d’importantes différences au cours de l’année : les vacances d’été – et surtout la période 14 juillet-15 août – correspondent évidemment aux pics de consommation hebdomadaire, alors que les vacances d’hiver (février-mars) sont caractérisées par des valeurs inférieures aux moyennes constatées hors vacances scolaires, à l’exception toutefois de Houat. Toujours dans le souci de comparer les îles entre elles, l’artifice mathématique qui consiste à moduler les données est repris : la moyenne considérée est la moyenne hebdomadaire globale, périodes de vacances et hors vacances confondues. Les résultats pour les cinq îles sont présentés dans la figure 6.10 : bien qu’arbitraire et dépourvue de tout sens mathématique, la représentation en droites brisées des coefficients hebdomadaires rend bien compte de la tendance générale d’une

saisonnalité très marquée pendant les vacances estivales, et tout particulièrement pendant les cinq semaines centrales (14 juillet-15 août) qui sont traditionnellement la période phare de départ en vacances et de fréquentation des îles.

Tableau 6.3 : Disponibilité des données hebdomadaires de production d'eau potable.

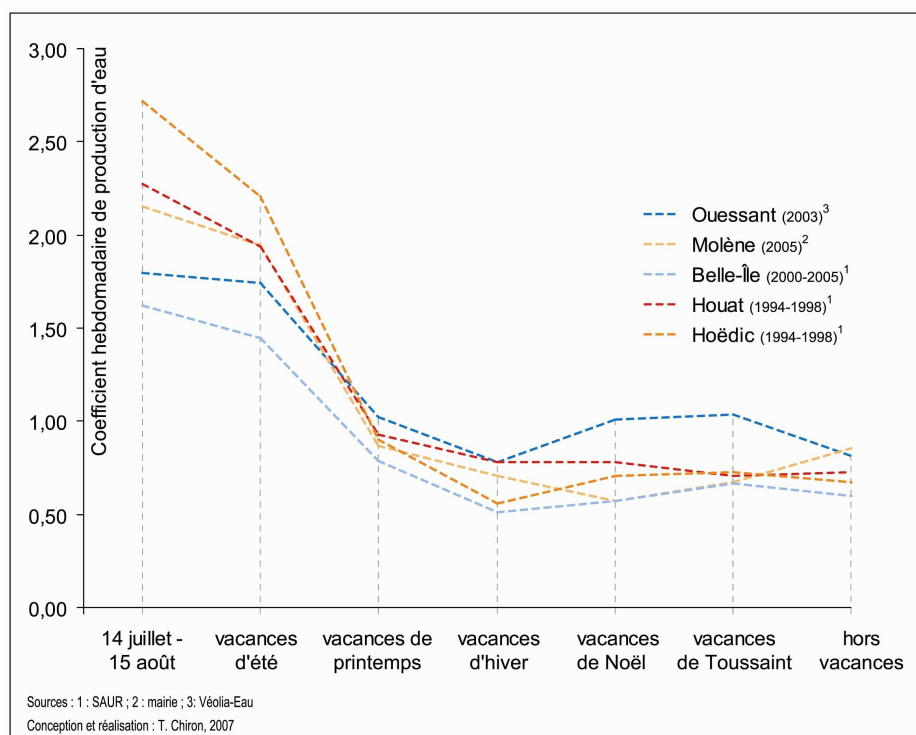
<i>Île</i>	<i>Source</i>	<i>Données</i>	<i>Années</i>
Ouessant	Véolia-Eau	quotidiennes	2003
Molène	mairie	quotidiennes	2005
Sein	mairie	-	-
Groix	Véolia-Eau	-	-
Belle-Île	SAUR	hebdomadaires	2000-2005
Houat	SAUR	hebdomadaires	1994-1998
Hoëdic	SAUR	hebdomadaires	1994-1998

Dans le détail, il convient de s'attarder sur l'amplitude de ces « courbes », laquelle mesure l'écart entre les coefficients minimal et maximal de productions hebdomadaires pour chacune des îles. Deux groupes peuvent être distingués :

- le premier est constitué des plus petites îles : Hoëdic, Houat et Molène, pour lesquelles l'amplitude est supérieure à 1,5 ;
- le second comprend les deux plus grandes îles : Ouessant et Belle-Île, pour lesquelles l'amplitude reste proche de 1.

La différenciation se fait principalement sur la période estivale où la saisonnalité des besoins est nettement plus marquée dans le cas du premier groupe, ce qui ne fait que corroborer les tendances observées précédemment à l'échelle mensuelle (fig.6.8). Sur ces trois îles, l'augmentation saisonnière des besoins est plus sensible compte tenu de la plus forte augmentation de population durant les vacances d'été. La différence avec les îles de Ouessant et Belle-Île tient à des paramètres d'ordre différent : pour la première, en l'absence de gros consommateurs, l'amplitude plus faible trouve son origine dans une augmentation moins sensible de sa population estivale ; pour la seconde, la pondération induite par la présence de gros consommateurs ($> 6\,000\text{ m}^3/\text{an}$), lesquels représentent annuellement 35 % des besoins, joue un rôle mathématiquement important.

Figure 6.10 : Influence des vacances scolaires sur les productions hebdomadaires d'eau potable.



3.1.3. Le tourisme : responsable du « mal hydraulique » insulaire ?

Si la saisonnalité des besoins indique clairement la tendance de fréquentation touristique des îles, il n'y a pas une similitude exacte entre augmentation de la population îlienne résidente (permanente, secondaire ou séjournante) et celle des consommations d'eau (tab.6.4). Seule l'île de Houat déroge à cette observation puisque les pointes de production estivale et le nombre d'habitants quadruplent par rapport à la période hivernale. En réalité, deux cas de figure se présentent :

- soit le coefficient d'augmentation de population est supérieur à celui des besoins en eau : Ouessant, Groix, Belle-Île et Hoëdic ;
- soit c'est l'inverse : Molène et Sein.

Dans le premier cas, plus courant, l'accroissement de la population résidant sur l'île n'induit pas une augmentation symétrique des consommations d'eau : une telle observation remet ainsi partiellement en cause l'« accusation » passéiste selon laquelle les touristes consommeraient plus d'eau que les îliens permanents. Les chiffres absolus montrent bien le contraire, ce que confirme B. Simon¹⁸² : « Finalement, les populations estivales consomment moins que les populations permanentes car on pourrait s'attendre à ce que les besoins soient multipliés par cinq en été, ce qui n'est visiblement pas le cas ». Il faut considérer que les touristes séjournant sur l'île, en hébergements marchands, ont des usages quotidiens moins consommateurs que les résidents. Réciproquement, ces chiffres traduisent dans une certaine mesure le mode de fréquentation touristique des îles

¹⁸² Entretien avec B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, le 18 octobre 2006.

de Ouessant, Groix, Belle-Île et Hoëdic où l'hôtellerie, les locations et les campings concentrent une grande partie des résidents.

Tableau 6.4 : Comparaison des coefficients d'augmentation des populations insulaires et des besoins en eau potable.

	<i>Population permanente</i>		<i>Population estivale</i>		<i>Coefficients d'augmentation</i>	
	Nombre d'habitants	Besoins en eau (m³/j)	Nombre d'habitants en pointe*	Pointes de consommation (m³/j)	Population	Besoins en eau
Ouessant	950	150	4 000	450	4,2	3
Molène	250	14	1 000	80	4	5,7
Sein	200	14	1 000	80	5	5,7
Groix	2 280	300	11 000	1 200	4,8	4
Belle-Île	4 700	1 200	35 000	4 500	7,5	3,75
Houat	300	50	1 200	200	4	4
Hoëdic	120	30	1 200	180	10	6

* selon les estimations des élus locaux (chiffres approximatifs).

A contrario, la fréquentation des îles de Molène et Sein est presque exclusivement liée aux résidences secondaires, induisant un effet bien plus traumatisant en terme d'exigence hydraulique. Alors que les populations permanentes sont plus enclines à la rationalisation de leurs consommations d'eau, notamment par l'utilisation des eaux de pluie et par héritage culturel, les populations secondaires exacerbent la pression sur la ressource en consommant plus d'eau. Un facteur non négligeable est cependant susceptible de mitiger ces conclusions : l'accroissement des besoins en eau peut être également lié au fait que la sécheresse estivale entraîne très certainement les résidents îliens eux-mêmes à recourir plus souvent au service public d'alimentation en eau, leurs citernes asséchant faute de précipitations. Le maire de l'île de Sein évoque justement cette dangerosité perverse de l'usage des citernes : les personnes ayant des citernes les remplissent avec l'eau du réseau en cas de besoin, et si « la rumeur de panne court », ils stockent par précaution de l'eau du réseau, la demande pouvant atteindre 200 à 300 m³ en une seule nuit, et ce au détriment de ceux qui n'ont pas de citernes¹⁸³. A Molène, MM. Berthélé et Corroleur relatent les mêmes comportements à l'approche des périodes de vacances : certains remplissent systématiquement leurs citernes afin de ne pas manquer d'eau au cours de leur séjour sur l'île, si toutefois il ne pleuvait pas suffisamment.

Si la fréquentation touristique induit inévitablement une hausse saisonnière des besoins en eau, il est loin d'être établi qu'elle engendre une augmentation ramenée au ratio des consommations par habitant. Ce point demeure certainement le point faible majeur d'une thèse qui n'ira pas plus loin dans ses investigations sociologiques, pourtant nécessaires à une connaissance fine des consommations unitaires. C'est un écueil bien

¹⁸³ Entretien avec M. Leroy, maire de l'île de Sein, le 16 juin 2004.

connu des spécialistes de la gestion de l'eau pour qui « le détail des usages de l'eau potable par les différentes catégories d'usagers reste pratiquement inconnu » (Barraqué, 1998).

3.2. L'augmentation interannuelle des besoins domestiques

3.2.1. Les premières tendances de croissance

Les recherches dans les archives ont fourni des éléments – certes très épars – relatifs aux besoins des îliens avant et après les grands travaux d'alimentation en eau potable des années 1960-1970. S'il n'est pas possible de retracer précisément, année après année, l'évolution des consommations d'eau, ces données sont en revanche intéressantes pour fixer des valeurs références selon les époques considérées.

La première source historique quantifiée vient de l'île de Sein et date de 1893 : le Conseil municipal délibère alors sur la nécessité de construire une citerne communale pour les 150 « ménages dépourvus de citernes », et considère que « ces ménages exigent environ une moyenne de deux tonnes d'eau par jour pour leur entretien »¹⁸⁴. La population compte alors quelque 1 000 habitants formant 190 foyers environ. Un calcul simple et rapide permet d'estimer à 5 le nombre moyen de personnes par foyer, soit un total approximatif de 750 îliens ne possédant pas de citerne particulière. En annonçant une consommation journalière de 2 m³, la municipalité évalue à 2,5 litres par jour et par personne les besoins en eau de base. Actuellement, les indications de M. Leroy, maire de l'île, et reprises dans le rapport du bureau d'étude Transénergie (2003), fixent la quantité d'eau consommée quotidiennement par personne entre 55 et 60 litres ; sans apporter de datation précise, elle était d'environ 10 litres « si on remonte quelques temps en arrière ». Par ailleurs, les chiffres de consommation d'eau dessalée annoncés par la mairie situent la consommation moyenne annuelle comprise entre 10 et 15 m³/j, cette consommation moyenne oscillant saisonnièrement entre des minima de 5 m³/j en hiver et des pointes supérieures à 50 m³/j en été.

Entre la fin du XIX^e siècle et la fin des années 1940, aucune autre référence quantitative relative aux besoins en eau n'a été trouvée dans les archives des îles étudiées. Ainsi la deuxième trace documentaire concerne la commune belliloise de Le Palais en 1946 : la prévision du budget du service d'eau table sur une consommation mensuelle de 600 m³ – soit 7 200 m³ annuels – sans aucune distinction saisonnière. Sachant que le projet initial prévoyait 250 branchements¹⁸⁵, la moyenne annuelle par abonné avoisinerait ainsi 29 m³, soit 120 litres par jour. D'autres précisions sont données en 1960 : la consommation annuelle facturée pour les années précédentes est de 45 000 m³ et le nombre d'abonnés de 600¹⁸⁶ : la moyenne annuelle par abonné atteint alors 75 m³ – 205 litres par jour, accusant une augmentation de 160 % en une quinzaine d'années. La taille moyenne des foyers se situant aux alentours de quatre personnes, la consommation moyenne par personne est de l'ordre d'une cinquantaine de litres par jour. Par ailleurs, les pertes sont estimées à 5 000 m³ annuels, portant le rendement du réseau de distribution à 90 %.

¹⁸⁴ Délibération du Conseil municipal de Sein, 21 mai 1893.

¹⁸⁵ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 26 mai 1946.

¹⁸⁶ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 11 février 1960.

Lorsque la distribution domestique de l'eau est installée sur l'île de Groix à la fin de l'année 1967, l'abonnement au service inclut la fourniture de 30 m³ annuels, soit environ 80 litres par jour par foyer¹⁸⁷, qui correspondraient aux besoins domestiques de base. A cette même époque, la municipalité houataise table sur une consommation de 100 litres par jour et par personne : « Quand le service d'eau sera installé, partout pour toute la population (qui en été passe à 1 200 habitants) il faudra compter 100 litres d'eau par personne et par jour, soit donc 120 m³ par jour »¹⁸⁸. Cette estimation est clairement exagérée puisqu'elle serait en réalité moitié moins importante en période estivale dans les années 1970. M. Pensec (1974) fournit les chiffres suivants : une consommation quotidienne en hiver de 10 à 12 m³ pour une population de 460 habitants – soit environ 25 litres par jour et par habitant ; la consommation passe à 45 à 50 m³/jour en été alors que la population est multipliée par deux – soit environ 55 litres par jour et par habitant. La monographie de P. Dupeux et J.-P. Le Menn (1977) revoit ces consommations quotidiennes légèrement à la hausse : 16 à 17 m³/j en hiver (36 litres par jour et par habitant) et 50 à 60 m³/j en été (environ 60 litres par jour et par habitant), la moyenne se situant entre 25 et 30 m³/j. Si ces chiffres sont loin des prévisions de la municipalité, deux tendances de croissance des besoins semblent confirmées. Premièrement, la consommation de la population permanente augmente progressivement ; mais, surtout, la fréquentation touristique quadruple presque les besoins hydriques quotidiens pendant la saison estivale, alors que la population n'est guère plus que doublée. Ces résultats induisent une consommation des seuls touristes estimée à environ 86 litres par jour par personne, soit plus de deux fois plus importante que celle des îliens.

Aussi ces données éparées sur les besoins en eau de trois îles – Sein, Belle-Île et Houat – dans les années 1960 et 1970 présagent-elles de la pérennité de l'accroissement de la demande ainsi que de sa forte saisonnalité, et ce tant que le développement touristique insulaire se confirmera. Rétrospectivement, les résultats houatais justifient l'incrimination des usagers touristiques dans la croissance des productions d'eau potable dans les années 1970. Cependant, l'analyse diachronique avec les chiffres du début des années 2000 montre qu'il s'agit d'un phénomène obsolète : les consommations des îliens se sont progressivement ajustés sur les standards continentaux, ne faisant finalement qu'exacerber encore un peu plus la pression anthropique sur la ressource hydrique endogène (tab.6.4).

3.2.2. La confirmation de l'accroissement interannuel des besoins

L'évolution croissante des besoins en eau potable est étudiée à partir des données de productions mensuelles collectées auprès des gestionnaires actuels des services d'eau insulaires (tab.6.2). Les abonnés aux services d'eau sont différenciés selon deux catégories principales : les particuliers d'une part, et les communaux d'autre part. Parmi les abonnés particuliers, les gros consommateurs sont ceux qui consomment plus de 6 000 m³ par an. Il n'en est recensé qu'à Belle-Île où ils sont au nombre de trois : l'hôpital Lancelot, la Société Nouvelle d'Hôtellerie et la Société Civile Immobilière Le Goéland. Ces clients du service d'eau bellilois comptabilisent environ 7 % des consommations totales pour 0,05 % du nombre total d'abonnés. Afin de comparer de manière uniforme les îles entre elles, cette catégorie d'usagers est écartée pour estimer les besoins moyens des clients des services d'eau insulaires (tab.6.5).

¹⁸⁷ Délibération du Conseil municipal de Groix, 18 septembre 1967.

¹⁸⁸ *Brèves informations municipales* de Houat, 10 mars 1970.

Ainsi, à Belle-Île, en une quarantaine d'années, les besoins par abonné ont augmenté de 30 %, passant de 75 m³ annuels en 1960 à 98 m³ dans la première moitié des années 2000. Ces chiffres sont à prendre avec précaution puisqu'ils intègrent l'ensemble des abonnés, dont certains appartiennent à des tranches de consommations annuelles plus importantes : entre 200 et 6 000 m³, ne correspondant plus aux seuls ménages domestiques. Les consommations domestiques moyennes des particuliers (moins de 200 m³/an) n'atteignent que 51 m³/an ; elles sont de l'ordre de 70 m³ en intégrant les abonnés dont les consommations ne dépassent pas 6 000 m³/an¹⁸⁹. Ce chiffre est du même ordre de grandeur que les résultats exprimés pour les autres îles qui ne comptent pas de gros consommateurs. A titre de comparaison, les consommations annuelles généralement admises pour les ménages français avoisinent les 100 m³ depuis les années 1990 (Barraqué, 1995). Menée en 2004, la dernière enquête « eau » de l'Institut Français de l'Environnement (Ifen, 2007) corrobore ces ordres de grandeur. A l'échelle nationale, la consommation moyenne par habitant est estimée à 165 litres par jour, soit quelque 120 m³ annuels pour un ménage moyen constitué de deux personnes ; cette moyenne tombe à 95 m³ en Bretagne.

Tableau 6.5 : Besoins annuels moyens des clients* des services d'eau insulaires (d'après les volumes produits).

<i>Île</i>	<i>Années</i>	<i>Nombre total de clients*</i>	<i>Production annuelle moyenne (m³)</i>	<i>Moyenne par abonné (m³/an)</i>
Molène	2000-2005	250	6 300	25
Sein	2000-2005	310	8 850	28
Groix	2000-2005	2 500	175 000	70
Belle-Île	2000-2005	5 500	540 000	70
Ouessant	2000-2005	900	65 360	72
Houat	2000-2005	300	25 160	84
Hoëdic	2000-2005	200	17 000	85

* estimation selon les données des gestionnaires, tous types confondus, hors gros consommateurs (> 6 000 m³/an).

Pour les îles de Molène et Sein, les chiffres sont quant à eux tout à fait remarquables puisque la moyenne annuelle par abonné ne dépasse pas 30 m³, respectivement 25 et 28 m³/an/abonné. Ils s'expliquent par l'usage généralisé des citernes particulières de stockage des eaux de pluie : un tel usage limite le recours à l'eau des réseaux publics de distribution et induit une consommation d'eau plus économe. Les quelque onze îliens molénais et sénans interviewés ne manquent pas de souligner combien ils sont imprégnés de cette culture hydroéconome (tab.5.5). Il semble que l'eau demeure une préoccupation importante de leur quotidien. La question de la récupération des eaux de pluie et de ses incidences sur les consommations en eau est développée à la fin de cette thèse, parmi les alternatives possibles à l'accroissement de la demande en eau aux services publics insulaires d'alimentation potable¹⁹⁰.

¹⁸⁹ SAUR, 2003 : Compte rendu technique d'exploitation, exercice 2003, Belle-Île, 59 p.

¹⁹⁰ Voir chapitre 9.

3.3. Quelle(s) tendance(s) d'évolution ? Essai de prospective à court et moyen termes

3.3.1. Prospective sur la demande en eau : la méthode des scénarios exploratoires tendanciels

Les développements méthodologiques précédents invitent à s'intéresser aux évolutions possibles de la pression anthropique sur les ressources insulaires en eau à moyen terme, dans la perspective d'une aide à la prise de décision dans les politiques de gestion locale de ces ressources. L'effort de prospective peut s'appuyer sur la méthodologie des scénarios (Julien *et al.*, 1975), lesquels peuvent être définis comme « des séquences d'événements hypothétiques construites pour mettre en évidence les processus causaux et les enjeux de décision » (Kahn et Wiener, 1968). Il s'agit de développer des outils qui permettent d'appréhender les dynamiques futures d'objets ou de systèmes complexes, par nature indéterminés, conduisant à une pluralité de futurs possibles. Plusieurs types de scénarios sont envisageables, parmi lesquels les plus adaptés à l'investigation menée sont les scénarios exploratoires : le présent est alors la situation de référence à partir de laquelle des projections sont envisagées en fonction d'hypothèses sur les variables d'évolution en jeu. Les scénarios tendanciels, qui sont une déclinaison des précédents, envisagent plus précisément les conséquences de la continuation des tendances de la situation de référence, en conservant les dynamiques en cours (Poux, 2005).

Dans le contexte insulaire considéré, où il n'y a pas d'agriculture irriguée ni d'industries grandes consommatrices d'eau, à l'exception de Belle-Île, les dynamiques en cours sont liées aux seuls besoins domestiques. Les scénarios tendanciels envisagés sont construits à partir de deux hypothèses H1 et H2 :

- (H1) : l'évolution interannuelle des besoins est modélisée par une croissance linéaire de la demande domestique en eau, d'après les droites de corrélation basées sur les productions d'eau potable des quinze, vingt, voire trente dernières années .
- (H2) : les perspectives urbanistiques des îles à court (2010) et moyen termes (2020 et 2030) conditionnent l'augmentation des besoins en eau ; la consommation annuelle de chaque nouvelle résidence est estimée à 80 m³ par excès, conformément à la consommation moyenne des abonnés insulaires (tab.6.5).

Pour la seconde hypothèse H2, les développements urbanistiques des îles sont déterminés selon des projections sur le rythme de construction résidentielle, projections fondées sur les données de l'INSEE (moyenne annuelle des nouveaux logements comptabilisés entre deux recensements), les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.) achevés et les conclusions de la thèse de C. Buhot (2006) sur le marché immobilier insulaire. Elaborés à partir d'hypothèses simples d'augmentation des besoins, ces deux types de scénarios visent avant tout à quantifier les évolutions possibles en matière de production d'eau potable. Cependant, ils ne font que présumer de l'avenir et ne serviront par la suite qu'à fixer des niveaux de référence pour étudier la durabilité de l'exploitation des ressources hydriques insulaires à court et moyen termes.

3.3.2. L'évolution linéaire des productions d'eau : entre augmentation et stabilisation

Après considération des tendances interannuelles, deux niveaux d'analyse sont requis : le premier s'attarde sur l'existence d'une croissance linéaire sur l'ensemble de la série, l'autre vise plus en détails les variations interannuelles. L'étude des productions annuelles n'est effectivement significative que pour les séries les plus longues (tab.6.5). En outre, les séries d'Ouessant et Hoëdic sont trop courtes pour qu'apparaisse une tendance clairement établie. Celles des autres îles permettent, en revanche, d'entrevoir une croissance des productions selon des droites de régression linéaire, à l'exception de l'île de Groix où une telle régression ne semble pas pertinente. Pour ces trois îles, il semble que les productions soient relativement stabilisées ou connaissent une très légère hausse interannuelle. Finalement, l'augmentation interannuelle des productions d'eau en réponse aux besoins n'est avérée que pour les îles de Molène, Sein, Belle-Île, voire Houat (fig.6.6). Ces observations autorisent à dresser une première typologie des îles étudiées et à construire un scénario prospectif fondé sur les droites de régression linéaire.

Tableau 6.6 : croissance linéaire des productions annuelles d'eau potable selon le scénario H1.

<i>Îles</i>	<i>Période</i>	<i>Equation</i>	<i>R²</i>
Belle-Île	1975-2004	$y = 13\,284\,x + 242\,461$	0,96
Sein	1990-2006	$y = 503\,x + 3\,669$	0,88
Molène	1987-2003	$y = 237\,x + 2\,379$	0,75
Ouessant	1996-2006	$y = 673\,x + 60\,295$	0,51
Groix	1986-2005	$y = 807\,x + 165\,363$	0,36
Houat	1988-2006	$y = 278\,x + 21\,011$	0,34
Hoëdic	1994-2003	$y = 132\,x + 17\,249$	0,07

La typologie s'appuie directement sur les résultats des corrélations linéaires entre année et productions d'eau potable (tab.6.6). Deux groupes d'îles sont ainsi différenciés :

- d'une part, trois îles pour lesquelles la croissance des besoins est réelle : Belle-Île, Sein, Molène (le coefficient de régression est alors supérieur à 0,75) ;
- d'autre part, les quatre îles pour lesquelles le nuage de points est dispersé : Ouessant, Groix, Houat et Hoëdic (le coefficient de régression est alors nettement inférieur à 0,75).

Pour les trois premières îles, la tendance est clairement à la croissance des productions d'eau potable, et ce depuis les années 1970 pour Belle-Île, 1980 pour Molène et 1990 pour Sein. L'explication tient essentiellement à deux paramètres bien distincts. Le premier concerne Belle-Île et correspond à la forte pression immobilière que connaît l'île avec en moyenne une centaine de nouveaux logements par an entre les recensements

de 1990 et 1999 : nombre de logements-productions d'eau sont très nettement corrélés depuis 1975 avec un coefficient de régression linéaire R^2 proche de 0,99 (fig.6.11). Le décrochage du point correspondant à l'année 2005 est lié à la pénurie d'eau qu'a connue l'île et qui a engendré des mesures de restrictions d'usages. Pour les îles de Molène et Sein, l'augmentation des ventes d'eau sur le service public est plutôt liée à l'extension progressive des réseaux de distribution sur chacune des îles dans les années 1980 et surtout 1990, suite à la modernisation des moyens de production d'eau potable. Actuellement, la part de résidences molénaises équipées de compteurs n'est encore que de 40 %, alors que celle de l'île de Sein est proche de 100 %. Le recours à l'eau du réseau semble s'accroître au détriment de l'utilisation de l'eau des citernes. Quoiqu'il en soit, l'impact de l'accroissement du parc immobilier de ces deux îles est quantitativement négligeable en comparaison de celui de la généralisation du raccordement des résidences au réseau d'alimentation en eau potable. Les corrélations productions d'eau potable-nombre de logements sont moins évidentes, mais induisent une tendance de croissance annuelle. Les deux anomalies de 2003 et 2004 constatées sur le graphique de l'île de Sein sont liées à un dysfonctionnement du compteur général en sortie de production. Quant à l'île de Molène, deux tendances sont nettement visibles : la première réside dans une droite à forte pente positive coïncidant avec la fin des années 1980 et les années 1990 ; la seconde est caractérisée par une droite de pente négative correspondant aux années 1999 à 2003 pendant lesquelles le nombre de logements a baissé. Enfin, trois anomalies méritent d'être signalées : celles de 1989, 2004 et 2005. La première est liée à la pénurie d'eau qu'ont connue les îliens cette année-là¹⁹¹ : le déficit pluviométrique a engendré l'assèchement précoce des citernes particulières, obligeant les Molénais à s'approvisionner au service d'eau municipal, augmentant de la sorte le déstockage des réserves communales. Il est intéressant de voir que la situation de 2005, hydrologiquement semblable à celle de 1989, a entraîné une réaction inverse. La sécheresse de 2005 a fait craindre une pénurie d'eau en juillet et a donc justifié une rationalisation des consommations : le remplissage des citernes particulières était contingenté afin de limiter le déstockage des réserves hydrauliques communales¹⁹². En 2004 enfin, la baisse de la production annuelle d'eau potable semble plutôt liée aux « mauvaises » conditions météorologiques de l'été : les précipitations ont assuré le remplissage des citernes particulières, limitant consécutivement la demande en eau du service municipal.

Le second groupe est constitué d'îles pour lesquelles ne se dégage pas une réelle tendance à l'augmentation des productions d'eau (fig.6.11) ; la dispersion du nuage de points est importante comme en témoigne le coefficient de régression linéaire R^2 (tab.6.6). Il semblerait que les productions tendent à se stabiliser tout en connaissant de fortes variations interannuelles. Une légère croissance peut cependant être envisagée selon les droites de régression établies. Dans le cas hoëdicais, les données 2004, 2005 et 2006 sont écartées de l'échantillon corrélé compte tenu de leur décrochage avec les valeurs antérieures : celui-ci s'explique par une rationalisation de la gestion de la ressource engendrée notamment par la crainte de pénurie en 2004 et 2005, mais surtout par la télégestion qui permet aux techniciens de la société délégataire du service d'eau d'ajuster la production à la demande en temps réel. En outre, les résultats de la prospective à moyen terme (2030) pour ces îles sont assez proches des maxima de productions d'eau potable déjà observés par le passé : si la tendance linéaire d'évolution positive des productions d'eau apparaît quelque peu « capillo-tractée », elle n'en demeure

¹⁹¹ Voir chapitre 7.

¹⁹² Entretien avec J. Corolleur, le 20 juillet 2005.

pas moins intéressante en terme de prospective. Cependant, la pression immobilière s'impose comme un facteur clé de la problématique de l'eau sur les îles : la quasi-totalité des usages étant domestique, la capacité de charge résidentielle dépend directement des ressources en eau disponibles.

3.3.3. La synergie urbanisation-demande en eau

Le second scénario (H2) est fondé sur le développement du parc résidentiel insulaire : il émet l'hypothèse d'une croissance des besoins en eau sous l'effet de l'urbanisation des îles (fig.6.11). Il s'agit ainsi de mettre en évidence les conséquences possibles de la pression immobilière sur les ressources en eau. Il y a immanquablement une synergie entre l'urbanisation des îles et les besoins en eau. L'évolution de l'ensemble du parc de logement témoigne de la pression immobilière qui s'y exerce. Elle relève d'ailleurs le paradoxe insulaire selon lequel les îles se vident de leur population, alors qu'elles n'ont jamais été autant urbanisées et que les volumes d'eau produits n'ont jamais été aussi élevés. Les résultats des exploitations principales des données de l'INSEE montrent que les rythmes annuels de construction ont connu une nette augmentation à partir de 1967, pour atteindre un optimum dans la seconde moitié des années 1970, voire dans les années 1980, le rythme de construction se maintenant dans les années 1990. Cela induit une augmentation des branchements aux réseaux de distribution d'eau et, par conséquent, celle des besoins. La synergie entre urbanisation et services d'eau est même plus complexe puisqu'elle peut amorcer une boucle de rétroaction positive : « Il existe une synergie très nette entre l'urbanisation et les réseaux d'adduction d'eau. Le schéma est classique : la zone constructible revendiquée par la population est au minimum celle desservie par le réseau de distribution de l'eau. Ainsi le réseau définit les zones urbanisables. Puis il faut accroître les capacités du réseau, et pour les rentabiliser, augmenter les zones desservies et aussi accroître les zones constructibles, ce qui sur les îles du Ponant est une hérésie. Le cercle vicieux est bouclé » (Singelin, 1977). Dès les années 1950 cette synergie est décrite par les élus de Le Palais qui décident d'augmenter les indemnités du régisseur d'eau pour l'encaissement des quittances d'eau, augmentation motivée par :

- l'augmentation du nombre d'abonnés à la suite des récentes extensions du réseau ;
- l'accroissement prévu de la consommation de la population (suppression de coupures en été) par suite d'une réserve d'eau suffisante au barrage à la suite des récents travaux de renforcement¹⁹³.

La prospective aux horizons 2020 et 2030 reste arbitraire car assujettie aux règles locales en matière d'urbanisme. Les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.), achevés sur certaines îles ou en cours d'élaboration sur d'autres, fixent ou fixeront le potentiel des nouvelles constructions à moyen terme. Ces questions immobilières et foncières sont cruciales pour les communes insulaires : la constructibilité est fortement encadrée et constitue un véritable enjeu politique pour les élus locaux. La problématique est d'autant plus sensible que les îles du Ponant cumulent les dispositions spécifiques aux communes littorales – sur lesquelles s'applique la loi Littoral – et celles promulguées en faveur des espaces remarquables : classement, inscription, zones d'inventaires de type ZNIEFF¹⁹⁴,

¹⁹³ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 3 janvier 1954.

¹⁹⁴ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique.

ZICO¹⁹⁵, Natura 2000, ce qui leur confère une sorte de statut de sanctuaires naturels (Brigand, 1995). Le classement ou l'inscription des espaces insulaires limitent fortement les possibilités d'extension du bâti : ainsi, 80 % de la superficie des îles de Houat et Hoëdic sont classés, les 20 % restants étant inscrits.

Le potentiel constructible demeure variable d'une île à l'autre et difficilement quantifiable. De l'aveu même de C. Buhot (2006), l'inventaire des terrains constructibles ou potentiellement constructibles est très lourd à mener, tant méthodologiquement que temporellement, et n'est d'ailleurs pas l'objet premier de la recherche entreprise. En reprenant les conclusions de cette dernière, il faut retenir que « les nouvelles constructions ne représenteront pas plus de 10 % des logements existants ». Sur l'île de Houat cependant, le maire affirme que le nombre de logements pourrait quadrupler selon les dispositions de l'actuel Plan d'Occupation du Sol (P.O.S.) (*ibid.*). Dans sa thèse de géographie, C. Buhot (2006) a justement étudié, entre autres choses, les possibilités de construction sur huit îles du Ponant en 2003, dont trois sont hydrauliquement autonomes : Molène, Hoëdic et Belle-Île (tab.6.7). Sur cette dernière, le rythme de construction est d'environ 85 nouvelles résidences par an : compte tenu des contraintes urbanistiques, seules 500 nouvelles constructions pourraient y voir le jour, ce qui scellerait le parc immobilier de l'île en 2009 ou 2010... Le scénario prospectif est toutefois prolongé sur ces mêmes bases aux horizons 2030 afin d'envisager la continuation des tendances actuelles et dans l'hypothèse de révision des règlements urbanistiques. Validé en 2006, soit postérieurement aux recherches précitées, le P.L.U. de l'île de Molène prévoit, quant à lui, la construction possible de trente-quatre résidences, et non dix-neuf. Le rythme actuel se situant autour de deux nouvelles constructions par an, il peut être admis qu'une dizaine sera construite entre 2005 et 2010, et que l'ensemble pourrait être achevé en 2020. La contrainte réglementaire spatiale de l'île ne permettra certainement pas d'étendre le parc résidentiel, compte tenu du classement du reste du territoire insulaire.

En reprenant le seuil des 10 % du bâti existant pour les possibilités de construction, et compte tenu du rythme annuel de construction calculé sur la base des données de l'INSEE, le scénario H2 est élaboré pour les sept îles en situation d'autonomie hydraulique. Il est prolongé jusqu'en 2030 bien que les délais de constructibilité soient inférieurs à cette date. L'objet de la prospective engagée n'est pas de vérifier la plausibilité de l'extension urbaine des villages et hameaux insulaires, mais plutôt de rendre compte de la situation hydraulique future si les tendances actuelles venaient à se poursuivre. De plus, les règlements d'urbanisme seront certainement révisés à moyen terme et les résultats des projections développées ci-après pourront alors servir de références quant à l'évolution de la demande en eau (tab.6.8).

**Tableau 6.7 : Le potentiel constructible maximal
sur trois îles en 2003 (d'après Buhot, 2006).**

<i>Île</i>	<i>Possibilité de construction (nombre)</i>	<i>Années de construction restantes au rythme actuel</i>
Molène	19	13
Hoëdic	15	8

¹⁹⁵ Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux.

Belle-Île	500	6
-----------	-----	---

Tableau 6.8 : Hypothèses retenues sur la constructibilité pour le scénario H2.

<i>Îles</i>	<i>Nombre de logements en 2005</i>	<i>Potentiel constructible (≈ 10 % de l'existant)</i>	<i>Rythme annuel de construction²</i>	<i>Années de construction restantes au rythme actuel</i>	<i>Achèvement approximatif du parc de logements</i>
Ouessant	937	94	5	20	2025
Molène	271	34 ³	2	17	2020
Sein	348	35	1,5	24	2030
Groix	2 100 ¹	210	20	11	2015
Belle-Île	5 500 ¹	500	85	6	2010
Houat	299	30	3	10	2015
Hoëdic	215 ¹	20	2	10	2015

¹ estimations à partir des données du recensement de 1999.

² moyenne sur la période 1990-2005.

³ d'après le Plan Local d'Urbanisme.

3.3.4. Résultats de l'investigation prospective

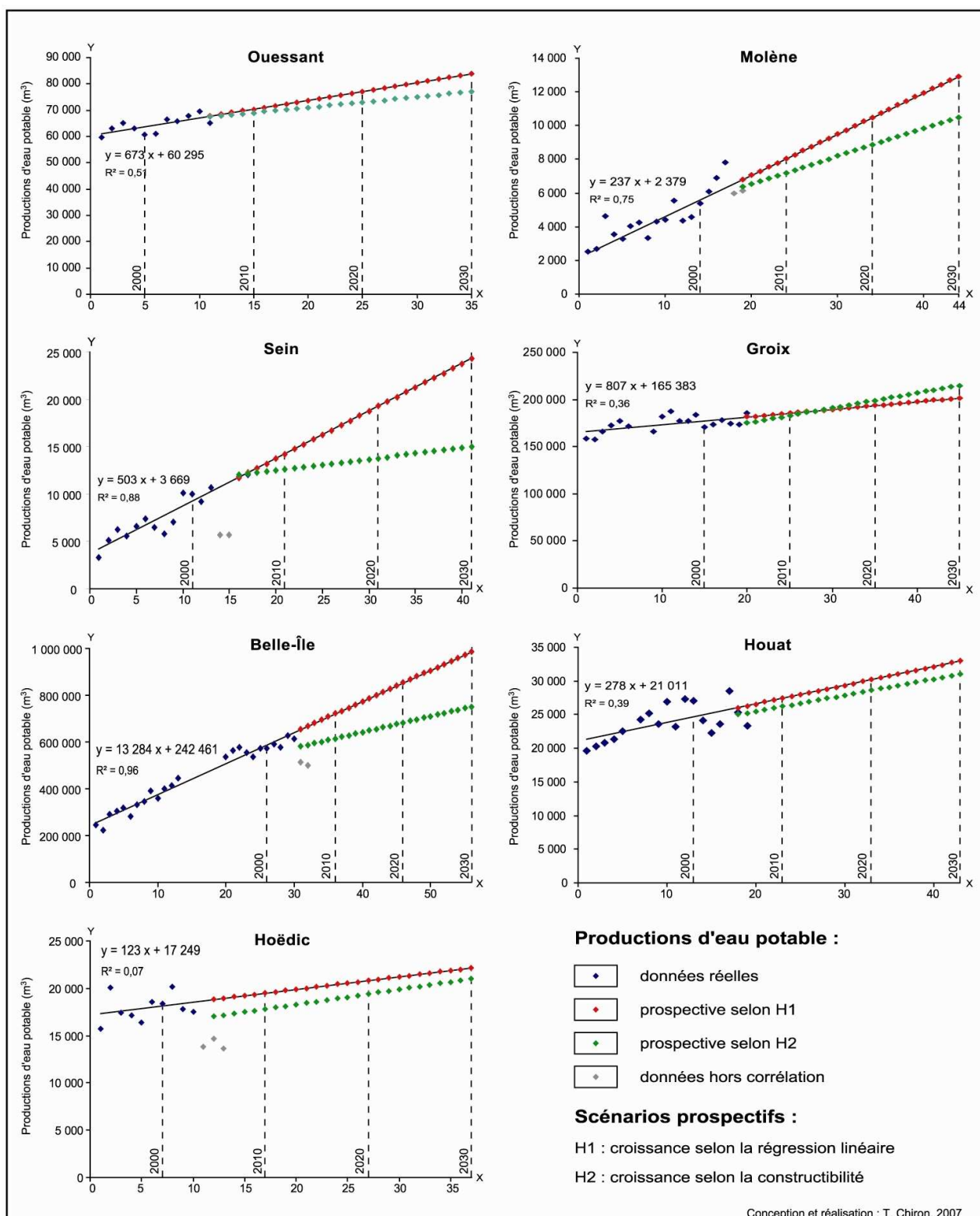
Les deux prospectives ainsi menées conduisent à des situations à moyen terme de deux natures, le scénario H1 engendrant des productions d'eau plus importantes que le scénario H2, exception faite de l'île de Groix. En outre, les résultats corroborent la typologie établie pour le scénario H1 : les îles de Belle-Île, Sein et Molène, pour lesquelles la croissance des productions annuelles suit une tendance linéaire, se distinguent des quatre autres îles. Pour les premières, les chiffres à moyen terme (2030) des scénarios H1 et H2 sont nettement différents puisque les écarts sont supérieurs à 18 % en faveur de H1 (tab.6.9). Pour les secondes, l'écart est moins important (inférieur à 9 %), les droites présentant des pentes assez proches. Cette observation confirmerait le fait que l'évolution de la demande en eau, constatée depuis dix à quinze ans sur ces îles et modélisée par la régression linéaire (H1), est finalement proche de celle induite par la création de nouveaux logements. De plus, selon l'hypothèse H2 (80 m³ annuels par nouveau logement), la croissance des productions d'eau pourrait connaître une inflexion négative à moyen terme, inflexion d'autant plus forte pour les îles de Belle-Île, Sein et Molène.

Les résultats du second scénario sont d'autant plus plausibles que les raccordements domestiques aux réseaux publics de distribution d'eau potable sont achevés, à l'exception peut-être du cas molénais où seules 44 % des résidences bénéficient effectivement d'un compteur. Cependant, le fonctionnement local de la distribution d'eau est depuis longtemps fondé sur un ravitaillement des citernes particulières depuis des bornes-fontaines : aussi l'ensemble des îliens dispose-t-il finalement, que ce soit de façon pérenne ou occasionnelle, d'un branchement au réseau. Ainsi, la prospective selon le scénario basé sur l'hypothèse H2 d'évolution du parc de logements est sans doute plus crédible à moyen terme.

**Tableau 6.9 : Synthèse de la prospective sur les productions annuelles
d'eau potable selon les scénarios H1 et H2 (en m³).**

<i>Îles</i>	<i>Scénario</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	Ecart (%)
Ouessant	H1	67 000	70 400	77 000	83 850	+ 8,2
	H2	67 000	69 000	73 000	77 000	
Molène	H1	6 900	8 000	10 450	12 800	+ 18
	H2	6 500	7 300	8 900	10 500	
Sein	H1	11 700	14 250	19 250	24 300	+ 38,3
	H2	12 000	12 600	13 800	15 000	
Groix	H1	181 500	185 500	193 600	201 700	- 6,6
	H2	175 000	183 000	199 000	215 000	
Belle-Île	H1	650 000	720 700	853 500	986 400	+ 24
	H2	580 000	614 000	682 000	750 000	
Houat	H1	26 000	27 400	30 200	33 000	+ 6,1
	H2	25 000	26 200	28 600	31 000	
Hoëdic	H1	18 800	19 500	20 800	22 150	+ 5,2
	H2	17 000	17 800	19 400	21 000	

Figure 6.11 : Prospective sur l'évolution des productions annuelles d'eau potable selon les scénarios H1 (régression linéaire) et H2 (constructibilité).



Conclusion de la troisième partie

Depuis les années d'après-guerre, l'eau est sans conteste une des problématiques les plus révélatrices des effets des bouleversements socio-économiques sur les environnements insulaires, tant physiques qu'humains. « On admet sur les îles que l'exiguïté de l'espace, associée à la présence de sociétés à forte identité, a pu concourir à la mise en place d'usages spécifiques, aujourd'hui pour la plupart obsolètes. La durabilité des usages est un élément permettant de juger des équilibres ou des déséquilibres entre nature et société » (Brigand, 2000). La problématique de la gestion de l'eau constitue en cela un véritable point focal de la question de la durabilité des usages. Délibérément historiciste, le cheminement réflexif des chapitres 5 et 6 conduit en conclusion à une analyse diachronique du rapport de ces sociétés insulaires à leur ressource en eau en scindant l'histoire hydraulique des îles du Ponant en deux périodes distinctes : l'avant et l'après Seconde Guerre mondiale. Il propose ainsi une vision exhaustive originale de la problématique de l'eau sur les îles autonomes et pose, pour la suite de la recherche, les fondements indispensables d'une réflexion sociétale sur la durabilité de la gestion de ces ressources hydriques.

Pour les îles du Ponant, l'entrée assez brutale dans la société de consommation moderne, conjointement à l'avènement du tourisme dans leurs économies, a des conséquences hydrauliques immédiates : les moyens historiques d'alimentation en eau sont progressivement abandonnés au profit d'équipements modernes d'adduction d'eau potable. L'accroissement des besoins en eau est un corollaire évident et engendre une course infrastructurelle nécessaire dans les années 1960 et 1970 : l'enjeu socio-économique est réel car il s'agit de satisfaire l'aspiration des populations îliennes à un confort domestique « standardisé », et d'assurer une qualité des services d'eau requise pour le développement touristique insulaire.

La saisonnalité marquée des besoins en eau étant en déphasage total avec les potentialités hydroclimatiques, elle reflète l'essence même de l'attractivité touristique des îles qui sont justement fréquentées pendant la saison sèche. Dans les premières années de l'essor du tourisme insulaire, la fréquentation induite a pu engendrer une croissance immodérée des besoins en eau suite à l'importation des modes de consommation continentaux plus gaspilleurs d'eau. Les touristes ne sauraient être les seuls responsables de l'explosion de la demande : l'amélioration générale du confort sanitaire domestique a inmanquablement augmenté les productions d'eau potable. Il faut même briser un préjugé passéiste car, à l'exception des cas molénais et sénan où la prévalence de comportements hydroéconomes perdure au sein de la population îlienne, il semble bien que les touristes consomment individuellement moins d'eau que les îliens eux-mêmes.

Afin de pallier un manque d'eau estival chronique, lequel a pu, par le passé, exacerber les tensions sociales entre usagers, les îles ont dû développer des stratégies de stockage – et pour certaines s'équiper de technologies de pointe pour répondre aux besoins légitimes d'une population permanente. « Toutefois, on peut se demander si l'on n'a pas parfois préféré les gros équipements à des solutions plus décentralisées (notamment utilisation rationnelle de la nappe phréatique), solutions qui auraient nécessairement conduit à une gestion plus serrée de l'eau » (Singelin, 1977). Ces « gros équipements » et le ton particulièrement incisif de P. Singelin à l'égard des choix d'équipements hydrauliques des années 1960 et 1970 laissent à penser que ceux-ci ne

sont pas forcément adaptés aux contextes insulaires et semblent plaider en faveur d'un surdimensionnement des infrastructures. Certes l'accroissement des besoins et leur saisonnalité ont nécessité la mise en place d'équipements hydrauliques modernes : est-ce à dire qu'il y a surdimensionnement – et de façon implicite surinvestissement – si la demande requiert *a priori* de tels équipements ? Les moyens techniques d'adduction d'eau potable – et en corollaire ceux d'assainissement – sont-ils adaptés aux îles et à leurs contraintes naturelles ? Les recherches historiques mettent en évidence un paramètre conjoncturel fondamental intervenant dans les politiques hydrauliques structurelles des îles : l'occurrence de pénuries d'eau liées à des sécheresses remarquables. La prospective sur l'évolution des productions annuelles d'eau potable souligne la tendance plus ou moins marquée à l'augmentation : aussi la quatrième et dernière partie de la thèse porte-t-elle un double regard rétrospectif et prospectif sur les politiques hydrauliques insulaires et tente d'évaluer de façon originale leur efficacité à juguler le risque de pénurie d'eau.

QUATRIEME PARTIE

Maîtriser l'aléa sécheresse : autonomie hydraulique et risque de pénurie d'eau

**Sécheresses et pénuries d'eau :
événements structurants des politiques hydrauliques insulaires**

**Les modalités technico-économiques des
politiques insulaires de gestion de l'eau**

Quel risque de pénurie d'eau sur les îles autonomes ?

Chapitre 7 :

Sécheresses et pénuries d'eau : événements structurants des politiques hydrauliques insulaires

Introduction

Au cours du siècle dernier, le problème de l'eau sur les îles a beaucoup évolué : la forte croissance de la fréquentation des îles et l'exigence de confort ont modifié le rapport social à l'eau et ont exacerbé la pression anthropique sur les ressources endogènes. S'il fut un enjeu d'abord sanitaire puis social, il est désormais au cœur des préoccupations économiques, voire politiques, des élus locaux et des gestionnaires des services d'alimentation en eau potable. La satisfaction des besoins en eau est effectivement une condition *sine qua non* des potentialités du développement urbanistique et touristique insulaire. La ressource hydrique endogène est pourtant physiquement limitée par les contraintes liées à l'insularité : exiguïté spatiale et géologie de socle, auxquelles il faut ajouter un paramètre majeur : la variabilité hydroclimatique. Les déficits pluviométriques du premier semestre hydrologique peuvent avoir des conséquences néfastes sur la disponibilité de la ressource : la situation de crise peut alors être atteinte avec la sécheresse hydraulique. Suite à un important déficit pluviométrique, les réservoirs hydrauliques sont vides ou inutilisables du fait de la trop grande charge en particules et boues (Dubreuil, 2005). M. Inbar (2001) et K.-S. Chantzoulakis *et al.* (2001) ne manquent pas de rappeler le rôle des sécheresses, notamment pour les sociétés méditerranéennes : « Although the total amount of water on the Earth is generally assumed to have remained virtually constant during recorded history, periods of flood and drought have challenged the intellect of man to develop the capacity to control the water resources available to him »¹⁹⁶ (*ibid.*). Qu'en est-il pour les îles des côtes atlantiques françaises ?

L'histoire contemporaine des îles bretonnes est justement émaillée d'épisodes de pénuries, recensés exhaustivement pour les îles autonomes grâce aux nombreuses informations collectées tant dans les archives municipales que dans la presse locale. Il est à ce titre intéressant de revenir sur ces événements locaux afin d'en identifier les causes et d'en évaluer la gravité et les conséquences. Ces dernières années, les sécheresses ont révélé les problèmes latents des systèmes de gestion des ressources en eau, en Afrique indubitablement, mais également en Europe de l'Ouest (Dubreuil, 2005). Sur les îles bretonnes, elles ont joué un véritable rôle structurant dans les politiques de gestion de l'eau : si les premières mesures consistaient à un rationnement de la consommation, les crises paroxysmiques ont bien souvent conduit à la pénurie d'eau et au ravitaillement d'urgence des îles par la Marine nationale. Dans les années 1960-1970, l'augmentation des besoins a rapidement engendré un déficit hydraulique provoqué (Vervier, 2004) que les sécheresses récurrentes des années 1970 vont exacerber.

La modernisation des équipements insulaires contemporaine de cette époque va temporairement résoudre les problèmes de précarité hydraulique, jusqu'à ce que la sécheresse de 1989 ne révèle une fois encore l'inadéquation entre les besoins en eau et les

¹⁹⁶ Bien qu'il soit généralement admis que la quantité d'eau sur Terre est restée virtuellement la même au cours de l'histoire, les périodes d'inondation et de sécheresse ont mis au défi l'intellect de l'homme, lequel a dû développer la capacité de contrôler les ressources en eau disponibles pour ses besoins.

ressources mobilisables. S'en suivra une véritable révolution hydraulique pour certaines îles, laquelle semble écarter définitivement le spectre de la pénurie...

1. Le rôle structurant des sécheresses

1.1. Gérer l'urgence

1.1.1. Les mesures préventives : le rationnement

A la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, les îles bretonnes ont connu diverses pénuries d'eau induites par des sécheresses. Les difficultés surviennent durant la période estivale qui est précisément la saison sèche. Pour gérer la rareté de la ressource hydrique, les populations insulaires sont alors au mieux rationnées, voire privées d'eau. Les élus bellilois de Le Palais rappellent ainsi, en 1875, que « pendant l'été notamment la population subit de très grandes difficultés pour se procurer de l'eau »¹⁹⁷. Quelque soixante ans plus tard, A. Le Braz, alors qu'il a visité les îles de Sein et Belle-Île, ne manque pas de mentionner que « la question de l'eau se pose ici [à Belle-Île] plus que partout ailleurs : l'été on est rationné paraît-il » (Le Braz, 1935). Les mesures de rationnement sont ainsi habituelles sur certaines îles, pendant la saison estivale. Sur l'île de Houat, jusque dans les années 1970, la distribution de l'eau à l'unique pompe du bourg était contingentée par le recteur de l'île : « De mémoire de Houatais, journallement l'accès à l'eau était réglementé » (Pensec, 1974). Cette pompe était d'ailleurs parée de l'écriteau : « A Houat, l'eau potable vaut de l'or, économisez-la » (Patturel, 1972). « Les 450 habitants d'Houat ne disposent jusqu'alors que de quelques points d'eau en bordure du village et doivent faire chaque jour une pénible corvée de seaux. En volume, le débit de ces sources suffit à peu près aux besoins des îliens. Le problème s'aggrave en été, où la population est fréquemment triplée par la venue des touristes, d'où la nécessité d'un rationnement très strict de la distribution »¹⁹⁸. Ainsi, lors de la sécheresse de 1961, les sources de l'île tarissent et une distribution unique a lieu de 8 h à 9 h où chaque famille se voit attribuer trois quarts de broc¹⁹⁹ (fig.7.1) En 1969, la municipalité décide même de fermer les réservoirs nouvellement construits : « Pour que la saison d'été puisse commencer avec les réservoirs pleins, il ne sera plus distribuer d'eau aux particuliers par tuyaux après le 10 juin »²⁰⁰. Les îliens interviewés pendant le mois d'août 2005, se souviennent de ces rationnements estivaux, et ne manquent pas de rappeler qu'auparavant, dans les années 1960, ils consommaient moins d'eau : « En été justement, l'accès aux fontaines était réglementé car la ressource était limitée. [...] On ne prenait qu'une douche par semaine, et l'été il y avait la mer »²⁰¹. Mme Joëlle Leroux précise même que « les petites familles avaient le droit de prendre un broc, les plus grandes deux. Il s'agissait d'une mesure de précaution, car la fontaine ne tarissait pas »²⁰².

¹⁹⁷ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 14 février 1875.

¹⁹⁸ *Ouest-France*, 30 septembre 1967.

¹⁹⁹ *La Liberté du Morbihan*, 10 août 1961.

²⁰⁰ *Brèves informations municipales* de l'île de Houat, 31 mai 1969.

²⁰¹ Entretien avec M. Jo Le Hyaric (ancien maire de Houat), à Houat, le 2 août 2005.

²⁰² Entretien avec Mme Joëlle Leroux, à Houat, le 1^{er} août 2005.

Figure 7.1 : La pénurie de l'île de Houat de l'été 1961
(*La Liberté du Morbihan*, 10 août 1961).

LE « CANARD » (l'île de Houat) EN DÉTRESSE L'EAU LUI MANQUE

HOUAT (« canard » en français) se trouve en détresse, mais une détresse peu commune : l'île manque d'eau potable ; c'est désastreux pour les quelque 600 habitants de l'île en cette période, et les nombreux visiteurs passagers, en moyenne 100 chaque jour, qui arrivent de Quiberon, Saint-Nazaire ou Vannes. Ce manque d'eau potable est dû à la grande sécheresse du printemps et de cet été. Deux sources d'eau potable existent en effet dans l'île. Depuis le 24 juin l'une est tarie, l'autre, située à proximité de l'ancien port, coule, mais pas suffisamment pour satisfaire la population estivale.

**De 8 h. à 9 h.
chaque jour**

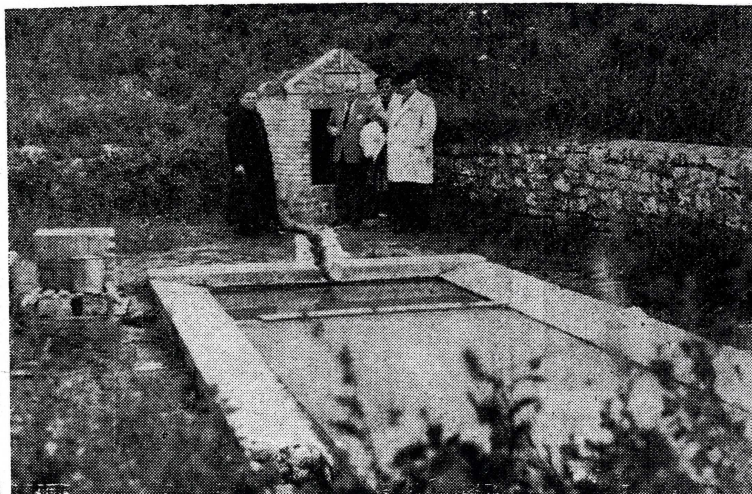
Chaque jour a lieu actuellement une distribution unique, de 8 heures à 9 heures, à raison de trois quarts de broc par famille. La situation est grave pour les îliens. N'a-t-on pas vu une dame venue en excursion implorer un verre d'eau, afin de faire avaler un comprimé d'aspirine à son enfant souffrant de maux de tête ? On lui aurait offert avec plaisir un verre de vin ou de cidre, mais de l'eau !... Pensez-vous, c'est si rare ! Bien entendu une famille vint au secours de la personne fatiguée. Mais le fait est caractéristique de l'état de crise.

Cette situation, les Houatins la connaissent depuis fort longtemps : l'eau était, sinon réglementée, du moins distribuée avec parcimonie, et on ne la gâchait pas. L'afflux de touristes semble avoir aggravé ce manque d'eau potable.

Un remède à cette difficulté serait de créer des réserves l'hiver pour l'été. Le contraire de la fourmi qui emmagasine l'été pour l'hiver.

Des projets

On devine que les autorités se sont préoccupées de remédier à cet état de chose. Point n'est nécessaire pour les îliens d'aller manifester devant la préfecture pour signaler le manque de cet élément vital. A Houat, on parlerait plutôt d'aller



Le sous-préfet, le sénateur conseiller général maire de Quiberon et le receveur de Houat ont visité l'île à la recherche de points pour les ressources d'eau.

manifestation avec des brocs ou arrosoirs, à défaut de tracteurs. Mais l'administration préfectorale est informée du fait. Le sous-préfet de Lorient ne s'est-il pas rendu à Houat et à Hoëdic en mai dernier, pour étudier sur place ce problème ?

Le projet exposé — après entente de M. le Sous-Prefet, de M. Golvan, conseiller général, de M. le Maire et du receveur de Houat — serait de barrer entre deux vallons et construire une digue de retenue des eaux de sources et de pluie formant un étang et, de là, par un système

de pompes aspirantes et refoulantes, amener cette eau si précieuse dans les réservoirs de grande capacité dans les sous-sols du Fort. Arrivée là, cette denrée si rare serait stockée sans grande perte par l'évaporation, pour être distribuée en saison estivale.

Mais... car il y a un « mais » — il faudrait, pour réaliser ces travaux, attendre que Dame Electricité soit amenée dans les îles. C'est-à-dire que le projet de 150 millions d'anciens francs, financé par le département, soit réalisé : un câble électrique sous-marin partant de Saint-Gildas-de-Rhuys pour alimenter à la fois Houat et Hoëdic.

D'aucuns, parmi les îliens, rétorqueront : « Les projets, c'est bien, mais quand la réalisation ? C'est l'espoir qui fait vivre... »

Si nous avons signalé la crise présente, non pas imprévue, mais plus grave qu'on aurait voulu, c'est que les îles ont toujours besoin de leur

drame soit rappelé... On les a si longtemps oubliés, et elles ont tant de retard à combler !

Un Conseil au touriste

Nous ne terminerons pas sans inviter le « vacancier » à aller (quand même) à Houat. Prenez le bateau à Quiberon ou à Vannes (voir les horaires dans notre rubrique : « Une journée de vacances »).

Il suffit que — pour l'excursion d'un jour — vous ameniez votre bouteille d'eau minérale. C'est peu de chose, et ça arrangera tout !

R. C.

La préservation du stock d'eau dans les citernes communales est également une prérogative des élus sénans qui fermeront la citerne de l'*Ifran* au printemps de 1925, mais qui devront la rouvrir précocement : « Par suite à la sécheresse persistante, la municipalité décide d'ouvrir la citerne communale de l'*Ifran*, réparée dernièrement en vue de parer à une pénurie d'eau ». La commune propose de nommer un gardien qui distribuera l'eau aux habitants aux heures fixées²⁰³. Plus souvent, les restrictions d'usages sont conjoncturelles, liées à une sécheresse exceptionnelle. Ainsi les Molénais sont soumis à un contingentement de l'eau de dix litres par jour et par personne pendant les sécheresses les plus sévères telle que celle de 1955²⁰⁴. Les Palantins sont à leur tour rationnés durant l'été 1956 : « Le barrage-réservoir qui alimente en eau la population de Le Palais est sur le point d'être épuisé malgré un rationnement très sévère imposé aux abonnés, l'eau n'étant mise en distribution que deux heures par jour »²⁰⁵.

A Molène au début des années 1970, « la municipalité doit en saison estivale prendre des mesures limitant la distribution d'eau »²⁰⁶. La fameuse sécheresse de 1976

²⁰³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 28 juin 1925.

²⁰⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 9 octobre 1955.

²⁰⁵ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 1^{er} août 1956.

²⁰⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 3 juillet 1971.

nécessitera la mise en place de nouvelles restrictions d'usages sur les îles du Morbihan : elles feront l'objet d'un arrêté de restriction d'usage de l'eau, consigné notamment dans une délibération du Conseil municipal d'Hoëdic du 2 août 1976. La municipalité se conforme aux instructions du sous-préfet de Lorient des 22 et 28 juin, lesquelles concernent plus particulièrement les îles de Houat et Hoëdic, et arrête : « En raison de la sécheresse et de la pénurie d'eau, l'eau sera mise en service : le matin de 7 h à 9 h, le soir de 19 h à 21 h ». A Belle-Île, le maire de Le Palais informe en ces mots le Conseil municipal :

« En raison de la sécheresse persistante, par arrêté du 19 juin 1976, Monsieur le Préfet du Morbihan a interdit d'utiliser l'eau des réseaux publics ainsi que des installations privées pour un autre usage que domestique et industriel ou pour les besoins des animaux. Sont notamment proscrits les lavages des voitures et de tout autre véhicule, l'arrosage des jardins particuliers et des pelouses, le lavage des trottoirs, des caniveaux et terrasses. L'eau ne manquera par pour les consommations familiales dans l'île mais il est nécessaire de prendre certaines précautions en vue de l'après saison 1976. Monsieur le Maire fait savoir qu'il va rappeler aux campeurs, aux caravaniers qu'il est interdit d'allumer des feux de bois et des feux de camp. La plus grande prudence sera demandée aux fumeurs (mégots et allumettes) »²⁰⁷.

L'année suivante, « devant le gaspillage d'eau constaté en juillet et août à la pompe du Syndicat d'Initiative, le Conseil municipal a décidé de munir la pompe d'un appareil de distribution délivrant 10 litres d'eau moyennant 1 F »²⁰⁸. Les restrictions d'usages ne seront pourtant pas toujours suffisantes et les pénuries d'eau ne pourront être évitées à maintes reprises, lors des sécheresses les plus marquées telles que celles de 1921, 1949, 1956, et 1959, et plus récemment celles de 1976, 1989 et 2005.

1.1.2 Gérer l'urgence : les ravitaillements par la Marine nationale

Selon l'article du *Finistère* du 31 octobre 1896, « c'est seulement pendant les sécheresses de l'été et lorsqu'elles étaient excessives qu'on a été obligé de ravitailler l'île [de Sein] au moyen de bateaux citernes de la Marine ». Si cette citation atteste des importations d'eau à la fin du XIX^e siècle, la première référence municipale relative au ravitaillement en eau de l'île par la Marine nationale ne date que de 1918 : « Le maire donne lecture au Conseil de la lettre préfectorale en date du 28 août 1918 concernant la cession d'eau faite à l'île de Sein par la Marine cette année et dont le montant de frais de transport s'élève à la somme de 460,16 francs »²⁰⁹. Le mois de novembre de cette même année, la commune de Le Palais sera également approvisionnée en eau depuis le continent : « La Marine réclame 462,08 F pour la cession d'eau douce ». Cela fera d'ailleurs débat au sein de l'assemblée municipale qui considère, d'une part, « que la Marine a largement contribué à diminuer l'approvisionnement d'eau du pays en faisant le plein des chaudières, renouvelant presque journallement leur provision d'eau, que, d'autre

²⁰⁷ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 25 juin 1976.

²⁰⁸ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 20 mai 1977.

²⁰⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 1^{er} septembre 1918.

part, les équipages des quatre vedettes ont largement profité de l'eau fournie par le directeur du port ». Le Conseil refuse ainsi d'effectuer le recouvrement au Trésor²¹⁰.

La sécheresse de 1921 mettra de nouveau certaines îles en difficulté, à l'instar de la situation à Le Palais :

« Par suite de la sécheresse, les réservoirs d'eau de la ville n'étant plus suffisants pour faire face aux besoins quotidiens de la population et les hauts quartiers se trouvant presque totalement dépourvus d'eau potable, [le Conseil municipal] s'est vu dans l'obligation de demander à l'administration du Génie l'autorisation de disposer du réservoir militaire connu sous le nom de fontaine des Sapeurs, réservoir abandonné depuis la suppression de la garnison. Par lettre du 11 mai dernier, M. le Chef du Génie de Lorient a avisé M. le Maire qu'il ne voyait aucun inconvénient à ce que cette fontaine soit mise à disposition de la population et qu'elle pourra être utilisée tous les jours de 9 h à 11 h »²¹¹.

En juin, malgré la mise à disposition des fontaines Vauban et Willamy, la municipalité demande l'autorisation de se servir d'un bateau citerne pour ravitailler la population en eau. Par ailleurs, deux conseillers « seraient d'avis à ce que les fontaines du Bassin et du Regard soient fermées la nuit, certaines personnes abusant de cet état de choses pour se livrer à un véritable gaspillage de l'eau »²¹². En mer d'Iroise, l'île de Sein est également ravitaillée par la Marine nationale le 28 juin 1921²¹³ et les Molénais connaîtront également une grave pénurie d'eau²¹⁴, sans que l'île ne soit pour autant approvisionnée. A ce sujet, la première délibération du Conseil municipal de Molène qui relate l'envoi d'un bateau citerne date de juin 1924²¹⁵.

Les ravitaillements en eau des îles de Molène et Sein sont d'ailleurs encore très prégnants dans leur histoire locale et d'aucuns se souviennent des citernes à vapeur – l'*Averse*, le *Mirage* et surtout l'*Ondée* – qui y ont assuré de nombreuses missions (Cueff, 1981 ; Millot, 1989 ; Coat, 2004). A Sein, le musée de l'abri du marin ne manque pas de rendre hommage à l'*Ondée* dans un panneau consacré à l'« Histoire de l'eau à Sein », avec notamment ce commentaire : « L'approvisionnement en eau a toujours été un problème crucial pour nos îles bretonnes, principalement à Sein et Molène ».

Les frais engendrés par le transport de l'eau sont considérables pour les communes insulaires dont les ressources financières sont très modestes, d'autant plus pour Molène et Sein où il n'y a pas d'impôts locaux. Leurs habitants demandent ainsi à plusieurs reprises que les frais soient pris en charge par l'Etat. En 1937, 1938 et 1949, les coûts de ravitaillement en eau de Molène sont portés au compte de l'Etat au budget des calamités publiques²¹⁶ ; lors de cette même sécheresse de 1949, « M. le maire [de l'île de Sein] fait connaître les frais considérables occasionnés par la fourniture d'eau potable à la commune par la Direction du Port de Brest » et demande une subvention au département et à l'état, voire, en cas de refus, l'autorisation d'ouvrir une souscription dans l'île²¹⁷. Dix

²¹⁰ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 10 février 1919.

²¹¹ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 22 mai 1921.

²¹² Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 28 juin 1921.

²¹³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 20 août 1922.

²¹⁴ Voir chapitre 5.

²¹⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 22 juin 1924.

²¹⁶ Délibérations du Conseil municipal de l'île de Molène, 4 décembre 1937, 16 septembre 1938 et 10 juillet 1949.

²¹⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 14 août 1949.

ans plus tard, lors de la sécheresse de 1959, le Conseil municipal sénan, « considérant que l'eau potable à Sein peut être assimilé à une calamité publique, vu, par ailleurs, le peu de ressources budgétaires de la commune, émet le vœu que l'Etat, en l'espèce la Marine nationale, prenne à sa charge le règlement de cette fourniture et demande à M. le Préfet d'appuyer ce vœu de toute son autorité »²¹⁸. Les petites îles de l'Iroise ne sont pas les seules à être ravitaillées par la Marine nationale : la population des îles Chausey a dû être alimentée en eau par Granville qui, chaque matin, a envoyé 2 950 litres d'eau douce aux cent habitants et aux campeurs²¹⁹. L'abbé Jourdan, instituteur de l'île, rappelle d'ailleurs que « l'unique source de la Grande Île a tari en 1949 et 1955 et que le fait peut se reproduire lors des étés chauds et secs – ceux précisément où les touristes viennent nombreux dans l'archipel. Il y a là un problème difficile à résoudre, mais impossible à éluder pour qui se préoccupe de l'avenir des îles Chausey » (Eude, 1956).

Au cours des années 1950, les petites îles ne sont pas les seules à connaître la pénurie d'eau : Belle-Île sera ainsi ravitaillée par la Marine nationale en 1956.

« M. le maire [de la Palais] expose au Conseil que la réunion a pour objet essentiel « l'approvisionnement en eau de la population. Le barrage-réservoir qui alimente en eau la population de Le Palais est sur le point d'être épuisé malgré un rationnement très sévère imposé aux abonnés, l'eau n'étant mise en distribution que deux heures par jour. En raison de l'augmentation de la population en pleine période touristique, de la présence de nombreuses colonies de vacances, il est indispensable de prévoir un approvisionnement rationnel en eau car les quelques sources et citernes qui existent à Le Palais fournissent une quantité d'eau qui n'est pas en rapport avec la consommation en cette saison. La seule solution à envisager est de faire venir de l'eau au moyen d'un bateau-citerne. Des pourparlers ont été engagés par la Préfecture avec la Marine nationale de Lorient. Un accord de principe est acquis, mais la Marine exige de la commune, avant d'entreprendre ce transport, un cautionnement de la somme de : un million neuf cent vingt mille francs (1 920 000) représentant à 24 000 francs de l'heure, le montant du transport de 3 000 tonnes d'eau, soit 10 voyages. M. le maire demande au Conseil s'il entend faire déplacer un bateau à ces conditions. Après délibération, le Conseil se voyant tenu d'assurer le ravitaillement en eau de la ville décide, à cet effet, de faire appel à la Marine de Lorient et demande au Trésor une avance de la somme de : un million neuf cent vingt mille francs, exigée par la Marine, la commune ne disposant pas des fonds nécessaires. D'autre part, le Conseil décide que pour rembourser cette avance, l'eau sera facturée aux abonnés à son prix de revient afin d'éviter de lever de nouveaux impôts »²²⁰.

Les sécheresses des années 1950 constituent des événements d'autant plus importants de l'histoire hydraulique des îles qu'ils se situent à la charnière de leur évolution socio-économique²²¹. Jusqu'aux premières années de l'après-guerre, il s'agissait encore de répondre aux usages traditionnels en palliant un manque d'eau conjoncturel par des ravitaillements par la Marine nationale. A l'instar de celles de 1956

²¹⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 1^{er} octobre 1959.

²¹⁹ *Ouest-France*, Edition Nord, 21 octobre 1959.

²²⁰ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 1^{er} août 1956.

²²¹ Voir chapitre 6.

et 1959, les sécheresses révèlent désormais de façon critique le déficit structurel latent des îles qui connaissent une redéfinition des enjeux liés à la suffisance des ressources en eau. La croissance des besoins en eau exacerbe de la sorte la vulnérabilité des îles face à l'aléa sécheresse.

1.2. Les sécheresses comme événements structurants de l'aménagement hydraulique moderne des îles

1.2.1. Pénuries et premiers aménagements hydrauliques

La pénurie d'eau est une menace ancienne pour les îliens qui, de conjoncturelle, va parfois devenir chronique dans les années 1960 et surtout 1970, sous l'effet de l'accroissement des besoins. Déjà, à la fin du XIX^e siècle, la pénurie d'eau à Le Palais justifie des études pour améliorer la situation hydraulique de la ville : «

« M. le maire conte au conseil que l'existence d'une source d'eau lui ayant été signalée entre les villages de *Loctudy* et *Lénigou*, il a cru devoir faire procéder à quelques travaux préliminaires pour vérifier l'exactitude de ce fait [...]. Le Maire ajoute qu'il n'a pas voulu pousser plus loin ses investigations ni faire d'autres travaux sans l'assentiment du Conseil municipal, mais étant donné la pénurie d'eau dans laquelle nous nous trouvons, il est convaincu que le Conseil municipal tiendra à étudier cette question importante avec tout le soin qu'elle mérite »²²².

Suite à la sécheresse de 1921 et la pénurie d'eau induite, la question de l'eau potable est de nouveau à l'ordre du jour des délibérations palantines et un projet d'adduction d'eau est mis à l'étude :

« M. le maire déclare au Conseil municipal combien la question de l'eau potable demande à être résolue dans un délai aussi bref que possible. A ce sujet, il rend compte de la visite qu'il a eue de M. Lechartier, ingénieur de la société «Eau et assainissement». Cette société, spécialisée dans l'étude des travaux d'adduction et de distribution d'eau serait disposée à établir les plans, devis et projets nécessaires à leur réalisation [...]. L'Assemblée, se rendant compte de l'importance primordiale de la question, se montre favorable à l'engagement de cette dépense (3 à 4 000 F) mais, étant donné l'état précaire de ses finances, la commune ne peut songer d'ici quelques mois à se créer de nouvelles charges »²²³.

Inauguré en 1899²²⁴, le système d'alimentation de la ville par les bornes-fontaines alimentées par les sources environnantes est souvent défectueux ; il faudra pourtant attendre 1931 pour que les premiers projets hydrauliques modernes soient évoqués, et dix ans de plus pour qu'ils soient réalisés²²⁵. Sur l'île d'Hoëdic des aménagements hydrauliques sont également effectués en raison de la sécheresse de 1921 : une

²²² Délibération du Conseil municipal de l'île de Le Palais, 9 août 1891.

²²³ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 18 décembre 1921.

²²⁴ Voir chapitre 6.

²²⁵ Délibérations du Conseil municipal de Le Palais, 25 mars 1938 et 1^{er} mai 1941.

délibération municipale évoque un tuyau en plomb installé dans la citerne du vieux fort en 1922 après la « fameuse sécheresse »²²⁶.

Les pénuries d'eau liées à la sécheresse estivale révèlent le déficit structurel des îles. Des améliorations ponctuelles sont apportées aux systèmes hydrauliques existants : ainsi, sur l'île de Sein, la citerne est régulièrement réparée selon l'occurrence de sécheresses plus sévères : « Pour parer à la pénurie d'eau potable qui sévit chaque année dans la commune, le Conseil décide de réparer la citerne de l'*Ifran* et le puits communal » en 1936²²⁷ et 1951²²⁸. La modernisation des îles et la montée du tourisme dans leurs économies vont accentuer le déficit structurel en accroissant la demande en eau, tout particulièrement en été. Cette mutation socio-économique va précipiter une modernisation hydraulique des îles au cours des années 1960 et 1970 alors même que ces dernières correspondent à une période d'accentuation des sécheresses estivales (Mounier, 1980).

1.2.2. Les sécheresses des années 1970

Dans les années 1970, les situations de crise hydrique sont récurrentes : si elles sont ponctuelles à Ouessant et Belle-Île, elles sont chroniques à Molène, Sein ou encore Houat où la distribution d'eau est rationnée en été. Sur cette dernière par exemple, après avoir déjà été ravitaillés en 1961, les îliens sont approvisionnés en eau par le *Déluge* le 23 juillet 1970 pour faire face à la pénurie d'eau²²⁹, la commune précisant qu'elle fera ce qu'elle peut pour ne pas payer la note²³⁰. La situation est similaire sur l'île de Batz où de l'eau est régulièrement importée en été dans les années 1960²³¹. Quant à l'île de Sein, elle sera approvisionnée en juillet et août 1971 et en août 1972²³². Les sécheresses récurrentes de la première moitié des années 1970 vont également mettre en difficulté la pérennité des services d'eau potable ouessantins et palantins, lesquels reposent sur une retenue d'eau collinaire. « Du fait de la sécheresse persistante du mois d'avril et de sa capacité [au barrage] actuelle insuffisante pour tous les usagers qui consomment de plus en plus d'eau », la première se retrouve en pénurie d'eau durant l'hiver 1971-1972 et devra être, fait exceptionnel, ravitaillée par la Marine nationale en 1972 (Guen, 1994). Mêmes causes et mêmes effets à Belle-Île en 1973 où l'île connaît sa deuxième pénurie depuis la construction du barrage de Bordilla en 1941, après celle de 1956 :

« En raison de la sécheresse qui sévit sur l'île depuis plusieurs mois la réserve d'eau restant dans les barrages ne permettra d'assurer la distribution aux abonnés du service d'eau que durant quelques semaines seulement. M. le Président expose que, pour enrayer les conséquences désastreuses qu'aurait sur l'économie de l'île la pénurie d'eau, une étude a été faite en vue d'un approvisionnement par bateau [...]. A l'unanimité, le Conseil Municipal se prononce pour une fourniture de 50 000 m³ d'eau et sous réserve que le coût de la dépense – déduction faite des subventions et aides qui peuvent être obtenues – soit répercuté

²²⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île d'Hoëdic, 13 juillet 1924.

²²⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 8 mars 1936.

²²⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 11 février 1951.

²²⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Houat, 21 octobre 1970.

²³⁰ *Brèves informations municipales* de Houat, juin 1970.

²³¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Batz, 18 novembre 1968.

²³² Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 13 mai 1972 et *La Liberté du Morbihan*, 5 août 1972.

intégralement sur le consommateur, à l'exclusion de toute incidence sur les projets du SIVOM ou des communes de l'île »²³³.

L'année suivante, la sécheresse a même des « conséquences désastreuses » sur l'agriculture de l'île : « Le bétail manque de pâturage et les récoltes sont médiocres. Au cours de l'été, les cultivateurs ont nourri leurs animaux avec les fourrages destinés à être consommés en hiver. Afin qu'une aide soit apportée à cette situation, le Conseil municipal prie instamment M. le Préfet de bien vouloir déclarer Belle-Île « zone sinistrée en matière agricole »²³⁴. Faisant écho à la délibération palantine de 1974, la sécheresse de 1976 a des conséquences graves sur l'économie agricole française mais, une fois n'est pas coutume, c'est depuis une île, celle de Groix, que la Marine nationale ravitaillera le continent en fourrage : « Les cultivateurs de la région lorientaise vont ainsi recevoir 150 tonnes de paille en provenance de Groix pour pallier aux problèmes causés par la sécheresse [...]. A Groix, de nombreux fermiers font de la culture céréalière et non de l'élevage »²³⁵.

La sécheresse de 1976 constitue un événement important dans l'histoire hydraulique des îles : si les projets d'adduction d'eau sont pour la plupart achevés ou en cours de réalisation, elle révèle à nouveau la précarité hydraulique des îles non raccordées au continent. Les mesures de restriction d'usages citées précédemment touchent ainsi les îles du Morbihan. Pour la première fois la municipalité groisillonne se dit préoccupée par la situation hydrique : ainsi le Conseil municipal :

« Considérant la situation particulièrement préoccupante de l'île de Groix en ce qui concerne ses ressources en eau potable, qui en raison de la sécheresse qui sévit actuellement peuvent être nulles à bref délai, considérant en effet que le niveau du barrage de *Port-Melin* établissait au 15 juin le volume des eaux retenues à 80 000 m³, dont 25 000 environ sont inutilisables, ce qui correspond à une autonomie assurée jusqu'au 15 août, considérant que le développement touristique de l'île entraîne une consommation de plus en plus grande, au point que les besoins augmentent sans que la capacité de la réserve puisse être accrue, considérant qu'il est important et urgent de procéder à une étude de l'extension des possibilités d'adduction d'eau, qui sont certaines, sous réserve de la mise en œuvre des moyens appropriés, demande instamment qu'une étude soit faite dans le but d'augmenter le réserve d'eau potable [...] »²³⁶.

Sur l'île de Houat également le problème de l'eau demeure prégnant : aussi *La Liberté du Morbihan* titre-t-elle « Houat : un problème permanent que celui de l'eau potable » en ces temps de « sécheresse persistante » dont les effets sont accentués par des besoins ménagers de plus en plus importants²³⁷.

La crise est de nouveau inévitable à Molène et Sein où les projets d'adduction d'eau potable sont en cours de réalisation : elles seront pourtant ravitaillées en juin par l'*Averse* de la Marine nationale²³⁸. La municipalité sénane sera dans l'obligation de faire payer l'eau distribuée aux citernes particulières 10 F le mètre cube afin de financer

²³³ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 3 juillet 1973.

²³⁴ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 1^{er} septembre 1974.

²³⁵ *La Liberté du Morbihan*, 30 juillet 1976.

²³⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 30 avril 1976.

²³⁷ *La Liberté du Morbihan*, 4-5 juillet 1976.

²³⁸ Le Télégramme, 25 juin 1976.

l'importation d'eau²³⁹ et devra acheter une pompe de refoulement « nécessaire et obligatoire au cours de la sécheresse de 1976 »²⁴⁰ (fig.7.2).

Figure 7.2 : Le ravitaillement des îles de Molène et Sein au cours de la sécheresse de 1976 (*Le Télégramme*, 25 juin 1976).



* *
*

Les sécheresses des années 1970 ont accentué la précarité hydraulique des îles en coïncidant avec l'essor de l'activité touristique et l'amélioration du confort domestique : « Peu à peu de nouveaux besoins surgissent et l'adduction d'eau fait bientôt partie des revendications premières des îliens. Progressivement, la fréquentation touristique va largement accroître la consommation. Apparaissent alors les retenues collinaires utilisant les eaux de ruissellement des grandes îles (Ouessant, Belle-Île, Groix) et les conduites souterraines là où les ressources locales sont insuffisantes (Ré, Yeu, Bréhat, Batz).

²³⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 12 juin 1976.

²⁴⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 1^{er} octobre 1976.

Certaines îles garderont toutefois jusqu'à aujourd'hui un système d'alimentation d'eau traditionnel (Aix, Molène, Sein, Houat, Hoëdic), situation à laquelle l'APPIP a mis définitivement fin, puisque Sein et Molène, dernières îles à bénéficier de l'eau courante, seront en effet desservies cette année » (Singelin, 1977). Ancien secrétaire général de l'A.P.P.I.P. et ingénieur civil du Génie rural, P. Singelin se montre très critique sur les choix d'aménagement et de gestion de l'époque : « Un jour bien sûr, l'eau vient à manquer, et ce n'est jamais le problème de la gestion de l'eau qui est abordé, mais le choix d'un nouvel équipement et le taux de la subvention dont il bénéficiera, équipement qui se fera bien sûr aux dépens du milieu naturel et du budget de l'APPIP qui a pourtant d'autres priorités ! » (*ibid.*). Les difficultés se concentrent en été et orientent les stratégies de gestion des ressources hydriques vers deux alternatives principales : la connexion aux réseaux continentaux, ou le stockage hivernal des eaux de ruissellement en prévision des besoins estivaux.

2. Une seule alternative de gestion : abandonner ou optimiser les ressources endogènes superficielles ?

2.1. Quelles ressources hydriques pour la production d'eau potable ?

2.1.1. La connexion aux réseaux continentaux

Dans les années 1960 et au début des années 1970, les premières difficultés liées à un déficit hydrique d'origine structurelle sont résolues grâce au raccordement aux ressources du continent par une conduite sous-marine (Patturel, 1972). Un tel choix technique est décidé là où les ressources locales sont insuffisantes et où les contraintes naturelles (éloignement, fonds marins) rendent techniquement possible la pose d'aqueducs sous-marins. Six îles ont ainsi été connectées aux réseaux continentaux d'adduction d'eau potable car proches du continent : Bréhat, Batz, l'Île-aux-Moines, Arz, Yeu et Aix. Cependant, les conduites sous-marines atteignent des chiffres astronomiques, à l'instar du projet de deuxième canalisation à Yeu estimé à 15 millions de francs (Singelin, 1977). Sur l'île de Batz, la connexion au continent est discutée dès 1965 : « L'alimentation en eau potable de l'île de Batz, par rattachement au réseau interconnecté continental devenant une nécessité absolue, il y a lieu d'entreprendre dès à présent les formalités indispensables à la mise au point du projet correspondant et son financement »²⁴¹. Le projet d'adduction d'eau de l'île est inscrit au programme subventionné par le Ministère de l'Agriculture en 1968. « A l'appui de sa demande, le conseil attire l'attention sur le fait que la Municipalité de l'île de Batz est contrainte, chaque été, de faire venir à grands frais, du continent, l'eau nécessaire aux îliens et aux estivants »²⁴². En outre, le risque d'accident existe, en témoigne le cas de l'île de Ré en 1969 (Patturel, 1972), ou les fuites des canalisations de l'île de Batz en 1979²⁴³ ou récemment de l'île d'Aix en mars 2006²⁴⁴. La fuite de l'île de Batz est ainsi responsable d'une perte de 119 000 m³, alors que les besoins annuels de l'île atteignent 30 000 m³.

En 1972, le directeur de l'Aménagement rural et des structures au Ministère de l'Agriculture, M. Blaizot, précise pourtant que, « lorsque les îles à desservir sont de faible superficie et, par conséquent, les volumes d'eau à importer limités, [et] lorsque les distances à partir du rivage sont importantes, les fonds intermédiaires rocheux et les mouvements de la mer violents, la solution de la conduite sous-marine est techniquement difficile et économiquement prohibitive » (*ibid.*).

Le raccordement au réseau d'adduction continental scelle l'abandon de l'insularité hydraulique et définit ainsi deux catégories d'îles bien distinctes :

- les îles raccordées au continent, en situation de dépendance hydraulique,
- les îles ayant conservé leur insularité hydraulique, pouvant être qualifiées d'autonomes.

Pour ces dernières, la solution la plus couramment envisagée est alors la captation et le stockage des eaux de ruissellement dans des retenues collinaires. C'est l'aménagement hydraulique classique des années 1960 et 1970 en Bretagne notamment,

²⁴¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Batz, 16 mai 1965.

²⁴² Délibération du Conseil municipal de l'île de Batz, 18 novembre 1968.

²⁴³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Batz, 6 mars 1980.

²⁴⁴ Source : France 3 Limousin-Poitou-Charente.

et dans les régions de socle, étant entendu que le potentiel des ressources souterraines y est jusque-là sous-estimé, voire ignoré des aménageurs hydrauliciens.

2.1.2. Des barrages sur les grandes îles

Le premier projet de barrage sur les îles du Ponant est précoce : il est étudié en 1931 à Belle-Île, dans le vallon de Bordilla proche de Le Palais (fig.7.3). Il doit initialement permettre d'alimenter quelque 6 500 personnes, mais son montant s'avère « absolument incompatible avec les possibilités financières » de la commune de Le Palais : le projet est alors redimensionné plus modestement afin d'assurer l'approvisionnement en eau de 3 000 personnes. Le barrage d'une contenance approximative de 40 000 m³ selon les archives municipales²⁴⁵ sera finalement construit en 1941. Les projets de barrage sur les îles de Ouessant et Groix sont réalisés dans les années 1960. Sur la seconde, la construction d'une retenue dans le vallon de Port-Melin sera préconisée en 1960 et effective en 1966 après l'achat du terrain²⁴⁶ ; un château d'eau sera érigé au lieu-dit l'Apéritif avec plusieurs points d'alimentation²⁴⁷. Le Conseil municipal ouessantin décide, quant à lui, la construction d'un barrage dans le vallon de Lann Vihan en 1963²⁴⁸.

Les sécheresses récurrentes des années 1970 vont révéler la vulnérabilité des réserves superficielles et justifier la construction de barrages supplémentaires afin d'optimiser l'exploitation des ressources endogènes. A la suite de la pénurie de 1972, la municipalité de l'île d'Ouessant s'accorde alors sur « l'urgente nécessité de la construction d'un nouveau barrage et de l'agrandissement de la station de traitement des eaux »²⁴⁹. La retenue du Merdy est construite en amont de la première, portant la capacité de stockage de l'île de 35 000 m³ à 55 000 m³. Les mêmes solutions sont expérimentées à Belle-Île après que l'île a manqué d'eau en 1973 : des barrages sauvages sont installés dans les vallons de Locmaria « afin qu'on puisse se rendre compte de l'importance des eaux de pluie qui s'écoulent à la mer »²⁵⁰. Finalement, un second barrage sera construit en amont du premier : la retenue d'Antoureau, d'une capacité de 220 000 m³, est inaugurée en 1979 et triple les capacités de stockage de l'île. Sur l'île de Groix enfin, les difficultés de 1976 justifient une étude sur les ressources en eau potable « soit par la création d'un second barrage d'appoint dans le vallon de Kerlard, soit par la recherche de nouveaux points d'eau, dont certains à proximité de Port-Tudy au lieu dit de Parc er Soueg sont de nature à apporter une solution aux problèmes qui se posent aujourd'hui »²⁵¹.

Les pénuries d'eau des années 1970 constituent une menace socio-économique pour les élus insulaires qui se doivent de garantir un service continu de distribution d'eau. Les sécheresses ont, de la sorte, influencé les politiques d'aménagement des grandes îles qui équipent certains de leurs vallons de barrages.

²⁴⁵ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 22 février 1953.

²⁴⁶ Délibération du Conseil municipal de Groix, 3 mars 1966.

²⁴⁷ Délibération du Conseil municipal de Groix, 26 novembre 1960.

²⁴⁸ Délibération du Conseil municipal de Ouessant, 2 juin 1963.

²⁴⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île d'Ouessant, 2 février 1973.

²⁵⁰ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 18 janvier 1974.

²⁵¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 30 avril 1976.

Figure 7.3 : Le barrage de Bordilla, à Belle-Île.



2.1.3. Et les petites îles ?

Pour les petites îles en situation d'autonomie hydraulique, l'insuffisance des ressources locales en eau face au développement des besoins exposé dans le chapitre 6 pose toujours problème. Sur les îles de Houat et Hoëdic, ce seront d'abord les sources usuelles et historiques qui seront captées et leurs eaux stockées. Si les débits suffisent sur la seconde, la source du *Salus* à Houat ne fournit pas suffisamment d'eau et très vite les ingénieurs du Génie rural chercheront d'autres ressources. Le stockage des eaux de ruissellement dans des retenues collinaires semble adapté aux îles à caractère continental telles que Belle-Île, Ouessant et Groix, à la faveur de bassins versants topographiques relativement étendus ; la solution est également envisagée sur les îles de Houat et Hoëdic. Ainsi, alors qu'il couvre la pénurie en eau que connaît l'île de Houat en 1961, un journaliste de *La Liberté du Morbihan* développe la question de l'eau, si rare pour les Houatais :

« Le projet exposé – après entente de M. le Sous-Préfet, de M. Golvan, conseiller général, de M. le Maire et du recteur de Houat – serait de barrer entre deux vallons et construire une digue de retenue des eaux de source et de pluie formant un étang et, de là, par un système de pompes aspirantes et refoulantes, amener cette eau si précieuse dans les réservoirs de grande capacité dans les sous-sols du fort. Arrivée là, cette denrée si rare serait stockée sans grande perte par évaporation, pour être distribuée en saison estivale »²⁵².

En 1963, sur l'île voisine d'Hoëdic, il est également « question de construire un barrage pour l'eau potable et le maire dit l'espoir que les îliens mettaient en ce projet, d'autant plus, dit-il, que l'eau du puits n'est pas potable »²⁵³. De tels projets ne verront cependant jamais le jour : à la fin des années 1960, ce sont les sources qui sont captées et leurs eaux stockées dans des réservoirs. Les eaux de ruissellement seront tout de même exploitées

²⁵² *La Liberté du Morbihan*, 10 août 1961.

²⁵³ *La Liberté du Morbihan*, 29 mai 1963.

dans trois vallons de l'île de Houat : des puits de captage sont installés en mai 1975 et mars 1976 dans les vallons de Stang-er-Der, Porz-Chudel et Porz-Plouz²⁵⁴ (fig.7.4).

**Figure 7.4 : Pompage des eaux de ruissellement
du vallon de Porz-Chudel, île de Houat.**



C'est un système quelque peu différent et pour le moins original qui est adopté en 1976 sur l'île de Molène : en l'absence de talwegs, une surface imperméable de 4000 m² est construite à l'ouest de l'île afin de constituer un impluvium alimentant une citerne de 500 m³²⁵⁵ (fig.7.5). Si le territoire est exigu, le stockage ou le captage de l'eau consomme un espace rare et détériore souvent le paysage (réserves d'eau à Houat et Hoëdic, impluvium à Molène) (Singelin, 1977). Dans le cas de l'île de Sein, les solutions techniques proposées ne sont pas envisageables : très tôt, le dessalement de l'eau de mer s'est imposé comme la seule alternative possible pour garantir une production d'eau en adéquation avec les besoins locaux.

²⁵⁴ *La Liberté du Morbihan*, 4-5 juillet 1976.

²⁵⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 5 juin 1976.

Figure 7.5 : L'impluvium de l'ouest, sur l'île de Molène.



2.2. Le recours aux ressources en eau non conventionnelles : le dessalement de l'eau de mer

2.2.1. L'expérimentation houataise

C'est sur l'île de Houat que le premier projet civil français de dessalement de l'eau a été expérimenté. La presse locale en fait état dès 1967 alors que le préfet du Morbihan est en visite à Houat : il est accompagné de deux techniciens venus étudier « les principaux problèmes d'équipement d'Houat, particulièrement celui de l'eau »²⁵⁶. *La Liberté du Morbihan* titre même : « A Houat, on va bientôt réaliser la première usine française dessalant l'eau de mer »²⁵⁷. Le compte-rendu de la réunion du Conseil municipal de Houat du 28 septembre 1968 précise que le principe d'une usine de dessalement est effectivement adopté : « La réalisation est certaine aussi, mais pour quand ? Il faut attendre que le projet retourné au Ministère de l'Agriculture, après les propositions du Génie Rural de Vannes, en sorte de nouveau. Nous en avons averti les parlementaires pour qu'ils poussent à la roue »²⁵⁸. L'année suivante, l'île adhère au SIVOM de Quiberon : « Ce syndicat dispensera la commune de faire par elle-même la gestion de la distribution d'eau aux abonnés et permettra de faire plus facilement bénéficier Houat de subventions »²⁵⁹. Une visite du recteur au Ministère de l'Agriculture au début de l'année 1970 confirme que les travaux de l'usine commenceront au cours de l'année et qu'ils dureront un an. Le consensus autour de la solution du dessalement paraît acquis, comme en témoigne cette communication de la mairie houataise en mars 1970 :

« On dit souvent : il n'y a pas besoin d'usine de dessalage : il suffirait de construire deux réservoirs supplémentaires au fort ! Erreur... Si nous « tenons » l'été c'est parce que nous n'avons que deux robinets publics dont le débit est d'ailleurs « étranglé » à cette époque par souci

²⁵⁶ *Ouest-France*, 30 septembre 1967.

²⁵⁷ *La Liberté du Morbihan*, 30 septembre 1967.

²⁵⁸ *Brèves informations municipales*, octobre 1968.

²⁵⁹ *Brèves informations municipales*, 31 mai 1969.

d'économie. Quand le service d'eau sera installé, partout pour toute la population (qui en été passe à 1 200 habitants) il faudra compter 100 litres d'eau par personne et par jour, soit donc 120 m³ par jour. Nous aurions seulement pour quatre jours d'eau avec les réservoirs actuels de 500 m³, si vous les doublez, vous en aurez pour huit jours. Concluez vous-même ! Il s'impose donc de trouver une solution nous apportant chaque jour la quantité d'eau nécessaire. Les sources d'eau douce n'y peuvent suffire. Le Salus débite 300 litres par jour en été ! Il faut recourir au dessalage d'eau de mer »²⁶⁰.

Il faut surtout rappeler le rôle prépondérant des services de l'ingénierie rurale en charge des questions d'aménagement (Barraqué, 1995). Un article consacré à l'usine de dessalement de Houat est d'ailleurs publié dans la revue *Le Moniteur* en 1972. L. Patturel, ingénieur I.G.R.E.F. (Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts) à la Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan, y justifie le choix du dessalement en se fondant sur les résultats d'une étude exhaustive du CERA FER (Centre national d'Etudes technique et de recherches technologiques pour l'Agriculture, les Forêts et l'Equipement rural), datée d'août 1964 : « Il n'existe dans l'île que quelques sources tarées en été, et la pluviométrie y est trop faible (600 mm/an) et la topographie insuffisamment accidentée pour permettre la création de réserves d'eau de surface par barrage de vallée » (Patturel, 1972). Il convient ici de corriger la valeur de la moyenne pluviométrique annuelle enregistrée à la station bénévole Météo France de l'île de Houat : elle n'est pas de 600 mm, mais de 776 mm pour la période 1966-2005 (Chiron et Dubreuil, 2006). Le diagnostic hydrologique et l'éloignement de l'île plaident donc définitivement en faveur de la ressource en eau alternative offerte par le dessalement de l'eau de mer. Le caractère expérimental de l'opération est d'emblée clairement affiché par le ministère de l'Agriculture, lequel finance totalement l'installation et assure économiquement son fonctionnement durant les sept premières années. Et L. Patturel (1972) de conclure : « Nous pensons que par sa simplicité et ses performances, l'osmose inverse, dont la concrétisation industrielle est déjà fort avancée, est appelée à un grand avenir dans le domaine du dessalement des eaux ». Si le prix de revient est élevé (14,20 F/m³), il est justifié par l'originalité du procédé, tant dans son principe que dans sa mise en œuvre. Le projet verra finalement le jour dans le courant de l'année 1971 : la société Dégrémont promet, ambitieusement, de l'eau douce pour le mois de juin. Cette même année 1971, la situation hydrique de l'île est d'ailleurs délicate : dès le mois de mai, les îliens connaissent de nouvelles restrictions d'eau :

« La source du Salus ne donne plus que cinq mètres cubes par jour, d'autre part un réservoir sur deux est vide [...]. Il est donc prudent de conserver pleine la deuxième cuve. En attendant, les cinq mètres cubes par jour de la fontaine continueront de se déverser dans la cuve vide, de sorte qu'il ne faut pas s'étonner qu'à certaines heures du jour il n'y ait pas d'eau au robinet public et dans les installations privées. Il y a une seule solution ; faire fermer toutes les vannes des installations particulières (175) par l'employé communal qui laissera ouvertes les vannes des deux robinets publics... mais... il n'y a pas d'employé communal ! »²⁶¹.

²⁶⁰ *Brèves informations municipales*, 10 mars 1970.

²⁶¹ *Brèves informations municipales*, mai 1971.

L'usine de dessalement commencera finalement à produire de l'eau potable en juillet 1971. Sa capacité de production est de 50 m³/jour en été et sa production annuelle devra atteindre 7 500 m³, ce qui doit satisfaire les besoins d'une population de 3 000 personnes (Patturel, 1972). Malgré cette manne hydrique, la municipalité se veut attentive à une hausse inconsidérée des consommations dans les premiers jours de mise en service de l'usine. Aussi est-il demandé tout particulièrement aux îliens possédant des citernes de stockage d'eau de pluie de ne pas les remplir avec l'eau du service :

« L'eau dessalée doit être distribuée aux particuliers par le service d'eau à partir du 15 juillet. Remercions en les monteurs qui peinent jour et nuit. Mais il s'imposera au départ des restrictions, en raison du débit qu'aura l'usine de dessalage à ses débuts aux alentours de 10 m³ en s'élevant peu à peu jusqu'aux 50 m³ par jour. Nous demandons donc aux propriétaires de citernes de s'abstenir de remplir leurs citernes par l'intermédiaire du service d'eau. Il y a en effet 42 propriétaires de citernes à Houat. Supposons qu'ils veuillent faire couler chacun 10 m³ d'eau dessalée dans leurs citernes, cela représenterait en un jour l'épuisement total des réservoirs du fort et même davantage. Du coup, personne n'aurait plus d'eau. Les compteurs venant d'être placés, la municipalité aura un moyen de contrôle. Il a été décidé ceci, en réunion, sous forme d'arrêté :

Art 1. Dès que fonctionnera l'usine, l'utilisation du service d'eau à la cadence de 20 litres par personne et par jour, sera autorisée. Par exemple, une maison qui se compose de 10 personnes utilisant le même compteur, aura droit à 200 litres par jour. En dix jours, le compteur ne devra pas dépasser deux m³.

Art 2. Les gendarmes présents dans l'île passeront dans les maisons, surtout chez les propriétaires de citernes, pour constater au compteur la dépense d'eau en fonction du nombre de personnes dans la maison.

Art 3. Tous les usagers qui auraient dépassé la quantité à laquelle ils ont droit se verront infliger une amende, et, de plus, auront leur vanne d'arrivée fermée sur le champ.

Art 4. Les restaurants et hôtels voudront bien passer à la mairie pour s'arranger sur la quantité d'eau dessalée à laquelle ils pourront prétendre.

Art 5. Ces mesures de restriction seront élargies ou supprimées quand on sera sûr de pouvoir approvisionner librement tous les usagers.

ATTENTION. Dans les premiers jours, nous demandons à la population de s'abstenir de boire de l'eau dessalée jusqu'à ce que nous connaissions les résultats de l'analyse bactériologique qui sera faite »²⁶².

L'usine de dessalement est inaugurée le dimanche 17 décembre 1972, en présence de C. Bonnet, alors secrétaire d'Etat à l'Équipement et au Logement (Pensec, 1974). L'usine fonctionnera jusqu'à la fin des années 1980, mais les difficultés d'exploitation et surtout les coûts de production conduiront à son arrêt définitif.

2.2.2. Les usines de dessalement de l'île de Sein

Dans les années 1960, une première alternative à la rareté de l'eau sur l'île de Sein visait à pérenniser l'importation d'eau par bateau depuis le continent : en 1962, la municipalité demandait effectivement aux Ponts et Chaussées « d'établir un projet

²⁶² Brèves informations municipales, juillet 1971.

d'alimentation de bornes-fontaines à l'aide de la citerne du port et en tenant compte du fait que l'alimentation de ces réservoirs pourrait être assurée par l'*Enez Sun* qui transporterait l'eau potable du continent ». Le projet initial s'accompagne de l'installation de bornes fontaines dans le bourg²⁶³. Une délibération de 1965 semble confirmer la mise en œuvre de cette solution en évoquant la facture reçue de la Chambre de Commerce pour l'eau livrée à la commune pour l'année 1964, soit 156 m³ à 1,50 F le m³²⁶⁴.

Au début des années 1970, les technologies du dessalement intéressent également les élus de l'île de Sein. Celle-ci connaît une pénurie en eau estivale chronique et voit dans le dessalement la solution à sa précarité hydraulique. Dans le cadre de sa réflexion sur la question de l'eau, le Conseil municipal sénan décide qu'« il serait souhaitable que la commune envoie une mission à Houat, afin de comparer le système implanté dans l'île, osmose inverse, et le système par électrodialyse ». Une visite est donc organisée à l'île de Houat par les services départementaux de l'agriculture, en liaison avec l'Ingénieur en chef D.D.A. du Morbihan²⁶⁵. A Sein, une première usine de dessalement est expérimentée par le B.R.G.M.²⁶⁶ en 1972 : l'eau souterraine saumâtre est pompée et dessalée par électrodialyse. L'eau ainsi produite est transportée depuis le phare jusque dans la citerne de l'*Ifran* par un attelage polyvalent²⁶⁷. L'expérience ne sera pas concluante tant techniquement qu'économiquement à cause des difficultés d'exploitation : les études prolongées menées par le B.R.G.M. « ont amené à considérer les difficultés de moyens de production et les différents systèmes adaptés au traitement des eaux saumâtres et au dessalement des eaux de mer. Un appel d'offre a été fait mais il s'est révélé infructueux [...]. La recherche, tant pour le système que pour le coût a été reprise et nous a permis de définir un moyen plus économique que les précédents, en utilisant les calories dissipées et perdues à l'occasion de la production d'énergie électrique par les groupes électrogènes implantés dans la centrale. Ce moyen, rassemblant toutes les récupérations possibles nous permettrait d'obtenir entre 15 et 55 m³ par jour d'eau potable, couvrant ainsi l'actuelle consommation de l'île et la consommation future pendant quelques années »²⁶⁸.

Finalement, la proposition de la société SIDEM est adoptée par le Conseil municipal en 1976 : elle consiste en une unité de distillation multi-étagée (ou évaporateur à cinq effets) dont la production nominale est de 48 m³/ jour et permettant la récupération calorifique des groupes électrogènes de la centrale grâce à des échangeurs sur les circuits de refroidissement et les échappements²⁶⁹. L'approvisionnement en eau de mer se fait grâce à un pompage sur la grève à l'est du phare. Un emploi de fontainier municipal est créé en 1978 pour gérer la production d'eau²⁷⁰. Trois citernes de 270 m³ chacune sont construites en 1981²⁷¹, s'ajoutant aux 280 m³ du bourg. En 1984, suite aux difficultés d'exploitation de l'évaporateur, une nouvelle unité de dessalement est construite, fonctionnant par thermo-compression, technologie directement importée de l'industrie aéronautique²⁷². En 1991, un quatrième réservoir de 1 000 m³ est construit, portant la capacité de stockage de l'île à environ 2 000 m³. Cette nouvelle citerne vise à sécuriser la production d'eau potable afin d'éviter la pénurie d'eau d'origine technologique de l'été

²⁶³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 26 février 1962.

²⁶⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 19 septembre 1965.

²⁶⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 12 août 1972.

²⁶⁶ Bureau des Recherches Géologiques et Minières.

²⁶⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 1^{er} juillet 1972.

²⁶⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 11 février 1976.

²⁶⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 12 avril 1976.

²⁷⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 28 juin 1978.

²⁷¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 7 octobre 1981.

²⁷² Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 21 février 1984.

1990 : « Cet été, par suite de salissures dues au plancton et à la température de l'eau, l'appareil a été arrêté et pour faire face à la demande, nous avons demandé à la Marine Nationale de nous ravitailler trois fois ; 900 m³ ont été livrés à un prix très élevé : 40 000 francs environ le prix du m³ est donc exorbitant. La construction d'une citerne permettrait de fabriquer cette eau avant la saison »²⁷³.

Malgré ces équipements hydrauliques considérables, l'essor de la fréquentation touristique et sa saisonnalité caractéristique, conjugués à des modes de vie plus consommateurs en eau, rendent de plus en plus critique l'équilibre consommation/production pendant la saison estivale. Ainsi en 1996, « M. le maire expose à l'assemblée que le service d'eau potable nécessite la mise en place d'une nouvelle unité de dessalement d'eau de mer »²⁷⁴ afin de doubler la capacité de production : la solution retenue est cette fois la compression mécanique de vapeur et sera opérationnelle à la fin de l'année 1998²⁷⁵. Et quelque trois ans plus tard, le risque de pénurie est encore d'actualité : « Cette année, nous avons constaté une consommation très importante de l'eau. Les pointes de consommation sont passées de 55-60 m³ par jour à 140-150 m³ par jour. Le mois d'août a vidé nos réserves qui se limitent à 2 000 m³ ». La recherche d'une solution pour parer à un manque d'eau possible – transport quotidien de 100 m³ par bateau – s'est soldée par un échec²⁷⁶. Finalement, c'est un nouvel appareil de dessalement qui est acheté en 2002 : un osmoseur d'une capacité nominale de 75 m³/j²⁷⁷.

2.3. Un dilemme partiellement réglé par le recours aux eaux souterraines

2.3.1. 1989 : la panne sèche

Malgré les aménagements hydrauliques des années 1960 et 1970 sur l'ensemble des îles, l'accroissement des besoins dans les années 1980 ne cesse d'augmenter la pression anthropique sur les ressources endogènes des îles autonomes. Conjoncturellement, certaines îles viennent à manquer d'eau en été. La sécheresse de 1984 met en évidence l'insuffisance des réserves molénaïses : la municipalité demande la construction d'une nouvelle citerne²⁷⁸. Si le système d'adduction d'eau hoëdicais mis en place dans les années 1960 semble satisfaire les besoins, la nouvelle sécheresse de 1987 va obliger les pouvoirs publics à procéder au ravitaillement de l'île. Ainsi, Hoëdic sera approvisionnée en eau par deux fois par la Marine nationale et son remorqueur *Hercule*, tirant une barge contenant 120 m³ d'eau : « Hoëdic aurait pu manquer d'eau, ce qui n'est pas très courant ! Même en 1976, elle avait été épargnée »²⁷⁹. A ce propos, il ne faut tout de même pas oublier qu'en 1976 les îliens et touristes de l'île avaient été contraints à restrictions. La situation de 1987 est directement liée aux conditions climatiques d'un début d'année déficitaire en précipitations et souligne la vulnérabilité du système d'adduction de l'île face à l'aléa climatique ; cette pénurie corrobore les craintes émises en introduction sur la suffisance naturelle des réserves en cas de sécheresse (Chiron et Dubreuil, 2006).

²⁷³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 20 décembre 1990.

²⁷⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 1^{er} octobre 1996.

²⁷⁵ Délibérations du Conseil municipal de l'île de Sein, 30 avril 1997 et 21 mars 2000.

²⁷⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 28 décembre 2001.

²⁷⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 4 mai 2002.

²⁷⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 29 novembre 1984.

²⁷⁹ *Ouest-France*, 31 août 1987.

La crise de l'eau la plus importante reste cependant à venir : il s'agit de la sécheresse de 1989 qui affectera durement les quatre îles morbihannaises de Belle-Île, Groix, Houat et Hoëdic. En avril 1989, « [...] il s'avère qu'il manquera d'eau cet été sur les îles d'Houat et d'Hoëdic. Pour éviter une éventuelle rupture et aussi pour assurer la continuité territoriale, il a été décidé de ravitailler ces deux îles en eau, par la voie maritime, dès le mois de juin »²⁸⁰. B. Simon, adjoint au directeur de la Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan, estime qu'il faut, dans chacune des deux îles, 6 000 m³ d'eau en stockage au début du mois de juillet pour passer l'été sereinement. Or, il n'y aura vraisemblablement que 2 000 m³ à Hoëdic et 4 000 m³ à Houat : le risque de rupture est donc réel. L'usine de dessalement a d'ailleurs été remise en marche à Houat pour pallier le déficit dès les vacances de Pâques ; si sa production devrait suffire à combler le déficit, il sera malgré tout procédé à son ravitaillement par mesure de précaution²⁸¹. En mai, le quotidien *Ouest-France* titrera : « Pas assez d'eau pour passer l'été : la Marine au secours des îles ». L'île de Groix est, elle aussi, soumise à restrictions dès le mois de mai et devra être approvisionnée en eau par les chalands de la Marine nationale au mois de juin²⁸² (fig.7.6).

**Figure 7.6 : Le ravitaillement des îles du Morbihan
lors de la pénurie d'eau de 1989 (*Ouest-France*, 26 mai 1989).**

Pas assez d'eau pour passer l'été

La Marine au secours des îles

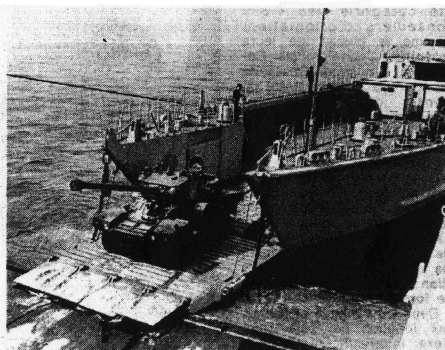
Des barges de débarquement de la Marine nationale ravitailleront en eau douce, cet été, les îles morbihannaises de Groix, Houat et Hoëdic. Sinon leurs habitants et les touristes manqueraient d'eau. Déjà aujourd'hui les réserves sont au plus bas. La facture sera salée. C'est peut-être le premier assaut d'une sécheresse dont le continent pourrait aussi souffrir.

VANNES. — Interdit de laver voitures et bateaux et d'arroser les jardins. Prière d'espacer les douches et l'usage des chasses d'eau. A Groix, les habitants sont déjà au régime sec des restrictions. Le barrage alimenté par les pluies n'est qu'au tiers plein. Quarante jours de réserve : pas de quoi passer l'été.

Les responsables ont tenté de parer le coup en construisant des mini-barrages dans les vallons voisins. Mais comme il n'a pratiquement pas plu, zéro plus zéro feront toujours la même quantité négligeable. Le million de francs investi dans les travaux n'est pas perdu : il y aura bien d'autres saisons sèches.

Des tuyaux à dérouler

Du coup, le salut ne peut venir que du continent. A partir du 15 juin, deux chalands de la Marine nationale feront la navette chaque jour de Lorient à Groix pour transporter chacun 300 000 litres d'eau dans leurs ballasts. Comme ceux-ci reçoivent habituellement de l'eau salée, il faudra aussi re-traiter l'eau à son arrivée sur l'île. Autre complication : les chalands devront s'arrêter à 450 m de la côte, ce qui obligera à poser une canalisation vers la terre...



Au cours de l'exercice Korrigan, un char débarque d'un chaland identique à ceux qui vont ravitailler l'île de Groix.

A Houat et Hoëdic, la situation n'est guère plus brillante.

A Hoëdic, la réserve alimentée par une source n'est qu'au quart pleine. Or la population va passer de 120 à 400 habitants en été et la consommation d'eau de douze mille à quatre-vingt mille litres par jour.

Au départ de Quiberon, une barge de débarquement, équipée pour la circonstance, por-

tera 40 à 50 m³ par voyage. Deux navettes sont prévues à partir du 9 juin.

A Houat (328 habitants l'hiver, 2 000 l'été) la situation est

moins dramatique car l'île possède une usine de dessalement de l'eau de mer (comme Sein, dans le Finistère). Mais, par sécurité, une barge y fera aussi quelques voyages.

Salée, la facture !

Ce dispositif va coûter fort cher. Au moins deux millions de francs rien que pour les navettes. Car la Marine nationale ne travaille pas pour la gloire. Ajoutez les travaux pour conduire l'eau des barges aux réserves et divers autres équipements. La facture dépassera cinq millions.

On ne sait pas encore bien qui paiera. Groix a déjà demandé et obtenu la « solidarité » de la région, mais le département du Morbihan devrait assumer la plus grosse part. « Pas question que les îles manquent d'eau une seule minute », s'engage le député Jean-Charles Cavaillé, président du Syndicat départemental de l'eau.

Didier AUBIN.

Finistère : ça baigne encore. — Pas d'inquiétude en revanche pour les îles du Finistère. A Sein, les citernes sont vides, mais la station de dessalement d'eau de mer marche parfaitement. Batz est ravitaillée du continent par une canalisation. A Ouessant, pas de difficulté à noter. Seule Molène pose quelques problèmes. On peut tenir jusqu'à la fin juillet, mais il ne faudrait pas que la sécheresse dure encore trop longtemps.

²⁸⁰ *Ouest-France*, 12 avril 1989.

²⁸¹ *Ouest-France*, 2 juin 1989.

²⁸² *Ouest-France*, 26 mai 1989.

Les équipements de pompage au fil de l'eau installés au mois d'avril à Belle-Île ont, quant à eux, permis de soutenir la reconstitution de la réserve de l'île en récupérant les faibles ruissellements printanniers : s'ils éviteront un ravitaillement au cours de la saison estivale²⁸³, ils ne suffiront pas à éviter le manque d'eau et de l'eau devra être importée pour pallier la pénurie. Ainsi, le 8 septembre la *Marie Galante* est entrée dans le port et a apporté quotidiennement sur l'île sa cargaison de 8 000 m³ jusqu'au 10 novembre. Faute de recharge des retenues, les ravitaillements reprennent à la fin du mois de novembre : l'*Alcyon*, remorqueur de haute mer affrété par la Marine nationale transporte 600 m³ ; il est secondé par un E.D.I.C. (Engin de Débarquement d'Infanterie et de Char) avec 300 m³ avant que l'*Unicorn Michaël* ne prenne la relève au début du mois de décembre, avec à son bord plus de 1 000 m³²⁸⁴. La pénurie d'eau a de la sorte été évitée : « Le syndicat de l'eau a accompli des prodiges afin que la rupture de l'approvisionnement, notre inquiétude à tous, ne survienne pas, et, si nous avons subi quelques baisses de pression momentanées, si l'eau du robinet ne présentait pas toujours la limpidité normale, reconnaissons que nous n'avons à aucun moment été réellement privés de ce liquide essentiel »²⁸⁵. Les élus locaux, pour qui la sécurisation du service d'eau est primordiale, ne manquent pas de remercier les gestionnaires de la crise, à l'instar du maire de Locmaria : « M. le maire et les conseillers municipaux remercient chaleureusement M. J.-C. Cavaille, président du Syndicat Départemental de l'Eau ainsi que M. Bonnet, conseiller général de l'île pour leurs interventions afin que Belle-Île ne subisse aucune pénurie. M. le maire tient également à remercier tout particulièrement les services de la SAUR (M. Le Baron et tout le personnel) qui oeuvrent avec beaucoup de compétence et dans la plus grande discrétion »²⁸⁶.

Dans le Finistère, l'île de Molène sera également sous perfusion d'eau très précocement puisque ravitaillée quatre fois entre les mois de novembre et décembre 1988²⁸⁷. La sécheresse persistant, l'*Ondée* de la Marine nationale effectue pas moins de dix voyages entre le continent et l'île : « [...] Cette année, l'*Ondée* a fait dix voyages, au grand soulagement des îliens qui, de ce fait, n'ont subi aucune restriction, tout en étant parcimonieux dans leur consommation »²⁸⁸.

2.3.2. La mise en exploitation des ressources souterraines locales

La sécheresse de 1989 est une crise hydrologique majeure qui va déclencher une seconde phase d'équipements hydrauliques, après ceux des années 1960 et 1970, sur l'ensemble des quatre îles du *Mor Bras* ainsi qu'à Molène. Concernant Houat et Hoëdic, la question se pose de « savoir si ce problème d'alimentation en eau de ces deux îles est exceptionnel. Etant donné l'augmentation de la consommation d'eau à Houat et Hoëdic, le SIVOM a décidé de faire un bilan des sources exploitables pour préparer l'avenir »²⁸⁹. La situation à Houat n'a finalement pas cessé d'être problématique depuis la fin des années 1970 et dans les années 1980. Des captages ont été installés dans quatre vallons de la côte sud (Stang er Der, Porz Plouz, Porz Chudel et Deur er Véniguet) et des recherches en eaux souterraines sont également menées du 23 mai au 12 juin 1986. Leur objectif est

²⁸³ *Ouest-France*, 2 juin 1989.

²⁸⁴ *La Gazette de Belle-Île-en-Mer*, n°119, le 15 janvier 1990.

²⁸⁵ *La Gazette de Belle-Île-en-Mer*, n°120, le 15 février 1990.

²⁸⁶ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 20 décembre 1989.

²⁸⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 29 avril 1989.

²⁸⁸ *Le Télégramme*, 22 septembre 1989.

²⁸⁹ *Ouest-France*, 12 avril 1989.

de trouver de nouvelles ressources en eaux souterraines exploitables pour l'alimentation en eau potable, afin « d'obtenir une eau douce et un débit suffisant pour supprimer l'usine de dessalement trop coûteuse »²⁹⁰. L'usine de dessalement est d'ailleurs définitivement abandonnée en 1990 après qu'elle a fourni de l'eau pendant la sécheresse : en 1989, « la situation est moins dramatique [qu'à Hoëdic] car l'île possède une usine de dessalement de l'eau de mer (...). Mais par sécurité, une barge y fera aussi quelques voyages »²⁹¹.

Il est intéressant de rappeler que, dans les années 1960-1970, l'exploitation de ressources souterraines en région de socle est généralement exclue par le dogme hydrogéologique, mais aussi en l'absence de technologies de forage permettant d'atteindre de grandes profondeurs. Il faut, en effet, attendre la sécheresse de 1976 pour que les premières prospections hydrogéologiques soient entreprises en Bretagne (Queté et Chauvel, 1977). De l'aveu de l'ingénieur du Génie rural de la Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan, les ressources souterraines ne sont pas viables sur les petites îles pour l'alimentation en eau potable des insulaires : « Mené à l'époque où le problème était limité à la satisfaction des besoins traditionnels de la vie locale, le recours aux ressources des nappes souterraines ne permet pas de faire face à ces exigences élémentaires du fait du peu d'étendue des bassins versants, de la faible épaisseur des terrains perméables, des infiltrations d'eau salée, le recours à la citerne constituait le seul appoint » (Patturel, 1972). L'amélioration des connaissances en hydrogéologie de socle et la performance éprouvée des techniques de forage vont effectivement permettre de développer l'exploitation des ressources hydriques aquifères des îles de Molène, Groix, Houat et Hoëdic où l'origine de l'eau potable est désormais, sinon exclusivement, principalement souterraine. Un avantage certain réside dans la meilleure qualité de cette eau pour laquelle les traitements peuvent se limiter à des procédés physiques simples de filtration et de désinfection, alors que, pour les eaux superficielles, des traitements chimiques plus complexes de coagulation-floculation sont nécessaires pour abattre les pollutions, organiques notamment. Ainsi sur l'île de Houat, les résultats des recherches d'eaux souterraines de 1986 justifient la mise en exploitation de trois forages (source du Salus, forages du stade et des bâches), lesquels prennent dès 1990 le relais de l'usine de dessalement et assurent depuis la production d'eau potable de l'île (SOGREAH-PRAUD, 2004).

Sur l'île voisine, « pour faire face à l'augmentation des besoins en eau potable et à la diminution des ressources liées aux exceptionnelles périodes de sécheresse des années 1989 et 1990, la municipalité de Hoëdic et le SIVOM de la Région d'Auray-Belz-Quiberon, auquel adhère l'île, ont décidé d'effectuer de nouvelles recherches en eaux souterraines. Compte tenu des très faibles besoins journaliers, quelques dizaines de m³, et des résultats de recherches similaires réalisées sur l'île de Houat en 1986, on pouvait penser que des forages au marteau fond de trou, exécutés dans des sites propices, pourraient fournir les volumes nécessaires »²⁹². Des travaux de recherche d'eau souterraine avaient été engagés dès le mois d'octobre 1989, à la suite desquels deux forages ont été équipés par la société CISE en septembre 1990. Ils ont évité un apport d'eau du continent pendant l'arrière-saison de 1990²⁹³ et continuent de fournir l'eau

²⁹⁰ D.D.A. du Morbihan, 1986 : *Île d'Houat. Compte-rendu des travaux de recherche d'eau souterraine*, Vannes, le 21 juin 1986.

²⁹¹ *Ouest-France*, 26 mai 1989.

²⁹² D.D.A.F. du Morbihan, 1991 : *Île d'Hoëdic : compte-rendu des travaux de recherche d'eau souterraine*, Vannes, juin 1991.

²⁹³ D.D.A.F. du Morbihan, 1991 : *Île d'Hoëdic : compte-rendu des travaux de recherche d'eau souterraine*, Vannes, juin 1991.

potable des Hoëdicais (fig.7.7). Il en sera de même sur l'île de Groix où « le maire indique au Conseil municipal qu'il est souhaitable de renforcer l'alimentation en eau potable » en réalisant des études et travaux de recherches d'eaux souterraines²⁹⁴ qui aboutiront à la mise en exploitation de trois forages en 1993.

**Figure 7.7 : Les infrastructures hydrauliques de l'île d'Hoëdic :
au premier plan, un réservoir de stockage ;
au second plan, la station de potabilisation.**



2.3.3. Le « miracle » molénais

Sur les deux petites îles de la mer d'Iroise, la précarité hydrique semble trouver une unique solution dans le dessalement. En 1960, il a bien été question de recherches d'eaux souterraines sur l'île de Sein quand « [...] M. Hervéou, entrepreneur à Brest, estime qu'il est possible d'obtenir de l'eau potable à Sein en creusant des puits dans le rocher. M. Hervéou s'est déclaré disposé à entreprendre les travaux de creusement d'un puits à un emplacement choisi par lui, étant entendu que ce n'est que dans le cas où ce puits fournirait d'une manière continue un débit convenable que les travaux exécutés lui seraient payés. [...] Si cette première expérience donnait des résultats satisfaisants, elle pourrait motiver des recherches supplémentaires et un aménagement d'un réseau de distribution dans le cadre d'un programme qui pourrait être défini par le service du Génie rural et subventionné par lui »²⁹⁵. L'expérience se révélera infructueuse et les élus sénans opéreront définitivement, une douzaine d'années plus tard, pour le dessalement de l'eau de mer.

A l'occasion de la pénurie d'eau sur Molène en 1989, son maire, M. Marcel Masson « souligne que l'eau potable à Molène reste un problème important » : la mise en place d'un appareil de dessalement de l'eau de mer à compression mécanique y est donc

²⁹⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 5 août 1991.

²⁹⁵ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 20 mars 1960.

projetée²⁹⁶. Mais, « [...] suite aux différentes recherches entreprises sur place, il s'avère que les forages restent les plus fiables. En conséquence, et vu le caractère urgent de la situation (sécheresse), le Conseil municipal décide de lancer un programme de travaux de forages en divers points de l'île, et sollicite le concours de l'Etat, de la Région et du Département pour une aide financière »²⁹⁷. Le 15 septembre 1989, « l'eau douce jaillit à Molène ! » : ce titre en première page du *Télégramme* s'accompagne d'un article évoquant le « miracle à Molène : l'eau douce était à 40 mètres sous le niveau de la mer »²⁹⁸. Et le journaliste de conclure : « Cette eau bouleverse les données actuelles et ouvre des possibilités nouvelles. On peut projeter dans un avenir proche le raccordement des habitations, l'alimentation du terrain de camping, des wc publics etc..., et même, pourquoi pas, une piscine ! » (fig.7.8).

M. René Masson, alors conseiller municipal, se rappelle être à l'origine de cette découverte :

« Le grand boom, c'est quand – et j'étais à l'origine de ça – on a découvert de l'eau souterraine [...]. J'avais dit ça au maire : tu sais, on fera plus de restrictions d'eau, on arrive à une époque où on paiera des bateaux. En pénurie ce sont les bateaux de Brest qui venaient apporter de l'eau, des bateaux spéciaux d'ailleurs qui s'appelaient l'*Averse* et l'*Ondée*. Ils nous apportaient de l'eau. En 1976, il y avait eu une grande sécheresse ici, et donc en 1977 je suis allé voir le maire de l'époque et lui ai dit : pourquoi ne ferait-on pas des recherches géologiques pour trouver de l'eau puisqu'on a manqué ? Il m'a répondu : – c'est rien, pour une fois qu'on a manqué d'eau. Pas question. Je m'étais promis que, quand j'aurai de nouveau un pouvoir quelconque à la mairie, je reviendrai à la charge. Quand j'ai été élu, j'ai été voir le maire et lui ai proposé de faire venir un collègue qui est sourcier, M. Stervinou. Il avait à l'époque 75 ans : sur une carte, à Brest, il a annoncé qu'à tel endroit à Molène, il y a de l'eau. Il est venu avec un autre collègue au mois de juin, avec son pendule : il a indiqué trois endroits où il y avait de l'eau. Il avait une méthode à lui, assez empirique : il avait son pendule, et il fallait le laisser marcher. Il avait son copain à côté de lui. Il allait et venait, puis s'arrêtait, il nous expliquait que quand son pendule tournait, il allait et revenait jusqu'à avoir le point maximum. Après il mettait des petits cailloux dans la main, et le pendule tournait. Et plus il mettait de cailloux, plus le pendule ralentissait. Quand celui-ci s'est arrêté, il a compté les cailloux : 21 cailloux, « et bien voilà : l'eau est à 21 m. Le pH est à 7, et il y a entre 5 et 10 m³/h sous nos pieds ».

[...] On a commencé à creuser à l'endroit donné, d'abord on l'a fait dans un endroit où c'était beaucoup plus profond, mais l'eau était beaucoup plus pure. Le père Stervinou est venu le jour où on faisait le forage ; le patron de l'engin a dit : « moi aussi je cherche de l'eau mais ici il n'y aura jamais d'eau, c'est pas possible ». Arrivé à 7 m, voilà un peu d'eau qui sort, alors le père Stervinou dit : « non, c'est pas ça, ça c'est l'eau de pluie qui ruisselle ». Arrivé à 20 m, le petit père allait et venait ; il mâchait la terre qui sortait, la crachait en disant : « continue,

²⁹⁶ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 29 avril 1989.

²⁹⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 22 septembre 1989.

²⁹⁸ *Le Télégramme*, 22 septembre 1989.

continue ! ». A 21 m, rien du tout, on commençait à se gratter la tête. 22, rien du tout. 23 m, un geyser qui est sorti ! De l'eau qui sortait en trombe de la terre. Le miracle ! (Emotion dans la voix de M. Masson). On était comme James Dean dans *Géant* avec le pétrole qui lui tombe dessus quand il trouve du pétrole. La même chose. Je recevais l'ingénieur de la DDE ce jour-là, M. Manach, et je lui ai dit de venir voir : on a trouvé de l'eau. « C'est pas vrai ! ». Il y avait le maire d'Ouessant et le Conseil général : « oui, assez pour mettre dans le Ricard ! ». L'eau sortait jaunâtre, on était là avec des bassines : « allez M. l'ingénieur, vous le premier à goûter de l'eau ». Parce qu'il m'avait dit avant : « vous savez, faites ce que vous voulez, mais moi j'ai fait le Sahara, de toute façon elle sera salée ». Mais non, elle n'était pas salée. On était heureux comme tout, et je leur ai dit : « mais mettez un bouchon, tout fout le camp ici ». On est allé au *Kastell an Doll* manger et boire le Ricard. C'était le 15 septembre 1989 parce que c'est le jour d'anniversaire de ma femme. Et on a trouvé de l'eau. [...] Au départ on devait s'arrêter là : on a trouvé de l'eau, qu'est-ce qu'on fait ? Dans l'intervalle, la Marine nationale nous envoie une facture à payer ; on était pas foutu de la payer tellement c'était cher et on avait commandé un autre bateau. Alors le maire me dit : « débrouille-toi, achète-moi des pompes, des câbles... ». On a tiré des câbles, avec l'électricien de Plouarzel, on a mis des pompes et on a tiré de l'eau et fourni de l'eau au réservoir de l'impluvium. Ça courait partout sur l'herbe. Le foreur n'en revenait pas : 15 m³/h ! O l'opulence ! »²⁹⁹.

Figure 7.8 : La découverte d'eau souterraine sur l'île de Molène en septembre 1989 (*Le Télégramme*, 22 septembre 1989).

L'eau douce jaillit à Molène !

Dans la petite île située au large du Conquet (Finistère), l'eau — douce — était à 40 mètres sous le niveau de la mer. Elle coulera bientôt aux robinets.

Depuis le 15 septembre, à 11 h, l'eau jaillit des entrailles de Molène, île réputée sans sources. Par quelle magie, le rêve d'eau est-il devenu une réalité ? Presque toutes les îles sont confrontées aux problèmes d'approvisionnement en eau. La seule ressource à Molène consistait en effet à recueillir l'eau de pluie. Chaque maison a sa citerne individuelle, et l'île dispose en plus d'une réserve d'environ 1.700 m³ entre la « Citerne des Anglais » et l'impluvium.

En plus des citernes individuelles, la consommation est de l'ordre de 4.000 m³/an. Lors des périodes de sécheresse et particulièrement cette année, il est nécessaire d'avoir recours à la Marine Nationale qui approvisionne alors l'île avec un bateau-citerne « L'Ondée ». C'est ainsi que cette année « L'Ondée » a fait dix voyages, au grand soulagement des Iliens qui, de ce fait, n'ont subi

aucune restriction, tout en étant parcimonieux dans leur consommation.

Intime conviction

Le problème de l'eau étant un des soucis majeurs de la nouvelle municipalité, diverses solutions ont été examinées afin d'y faire face. L'usine de dessalement en est une. Elle fonctionne à l'île de Sein. Cette solution n'est pas écartée mais, à Molène, quelques personnes avaient l'intime conviction que le sous-sol recelait de l'eau, et M. Marcel Masson, maire, faisait partie des « croyants ». Le conseil municipal lui a fait confiance et a donné son aval à une tentative de forage, sachant qu'il y avait bien sûr un risque d'échec.

Le reste, c'est un peu la providence qui s'appelle en l'occurrence Pierre Stervinou, l'horticulteur bien connu sur la place de

Brest, et aussi sourcier à ses heures.

Quatre forages

En trois missions de reconnaissance et d'étude, Pierre Stervinou a déterminé quelques points intéressants, et l'opération de forage a été commandée aux Ets Louis Priser, de Plabennec, spécialiste en la matière. Après quelques difficultés de transport, le matériel est à pied d'œuvre, et le forage commence, avec le suspense que l'on imagine. Le 15 septembre, à 11 h, l'eau jaillit à la cote moins 58, soit quarante mètres sous le niveau de la mer. C'est le premier forage, plutôt modeste. 500 litres à l'heure. Le deuxième, près du Moulin Nord, est nettement plus généreux. 18 m³/h, à moins 19 mètres, soit quasiment le zéro des cartes. Le troisième forage, à moins 32 mètres, donne 1 m³ 1/2 à l'heure. Le quatrième donne

5 m³/h à moins 20 mètres, découvert par le maire, émule de Pierre Stervinou. C'est donc l'opulence.

A noter que ces points d'eau sont des veines telluriques, rivières souterraines débitant constamment. M. Manach, ingénieur DDE, qui, par hasard, assistait à l'opération, a pu, comme tout le monde, goûter l'eau. Miracle : elle est douce. L'analyse chimique et bactériologique est en cours. La DDE va présenter un dossier technique, administratif et financier, pour exploiter cette eau miraculeuse pour les Iliens, bien sûr, et aussi pour les finances publiques. La manie est presque trop belle. Cette eau bouleverse les données actuelles et ouvre des possibilités nouvelles. On peut projeter dans un avenir proche le raccordement des habitations, l'alimentation du terrain de camping, des w.c. publics, etc., et même, pourquoi pas, une piscine !

²⁹⁹ Entretien enregistré de M. René Masson, à Molène, le 12 avril 2004.

2.3.4. La crise de 2005 : la remise en question de l'exception belliloise ?

A Belle-Île, en revanche, « à défaut d'eau, c'est beaucoup d'encre qui a coulé à l'occasion de la sécheresse : hauteur des barrages, qualité et couleur de l'eau au robinet, nouveau barrage, approvisionnement extérieur avec des bateaux... ». Dans sa lettre, une lectrice de *La Gazette de Belle-île-en-Mer* de janvier 1990 propose, « pour ménager l'eau des barrages, de remettre en route les anciens puits qui ne servent plus depuis l'extension des dessertes par le service d'eau ». Elle se dit « surprise par le prix qu'on [lui] demandait pour faire analyser l'eau de [son] puits », aussi souhaiterait-elle « que ces analyses soient prises en charge par la collectivité puisqu'il s'agit de ménager l'eau publique »³⁰⁰. La remise en état des points d'eau historiques de l'île (fontaines et puits) est une fausse piste, compte tenu des besoins journaliers du début des années 1990 (de 1 000 à 3 000 m³).

La précarité hydraulique de l'île est pourtant latente : « Depuis plusieurs saisons, il avait été constaté une baisse inquiétante des barrages en fin de saison et l'idée de construire une troisième retenue était dans l'air. Les événements ont précipité la mise à l'étude de ce grand projet. Implanté sur le site de Port-Guen [...] il serait deux fois plus grand que celui de Bordilla et mettrait trois ans à se remplir »³⁰¹. Les travaux débutent au printemps 1992 : il s'agit d'un barrage poids en enrochements d'une hauteur de 18 mètres. La retenue de Borfloc'h, inaugurée en 1993, couvre ainsi une surface de 25 hectares et présente une capacité de 520 000 m³, portant le stockage superficiel total de l'île à 850 000 m³. En réalité, ce troisième lac de retenue ne mettra que deux mois à se remplir tant les conditions hydroclimatiques de l'hiver 1993-1994 seront favorables.

La pénurie de 2005 a de nouveau révélé la fragilité du système bellilois fondé sur les eaux superficielles. Quatre solutions sont étudiées pour sécuriser l'approvisionnement³⁰² :

- augmenter les surfaces captées : cela ne constitue qu'une solution partielle puisqu'elle n'est opérante que lorsque les écoulements reprennent. En période de sécheresse, cela ne change donc rien au problème puisque la capacité de stockage reste identique ;
- développer l'exploitation des eaux souterraines : une campagne avait été menée en 2005 et avait mis en évidence un premier site de pompage à 5 m³/h. Les investigations au début de l'année 2007 n'ont pas donné de suite favorable à cette solution, confirmant la pauvreté hydrogéologique de l'île ;
- dessaler l'eau de mer : la solution se voulait provisoire à la fin de 2005, notamment en raison de son coût, le prix de revient du m³ s'élevant à 4,3 euros. Le dispositif a cependant été testé en 2006 afin d'en évaluer les contraintes techniques et, à terme, il serait envisagé d'installer l'unité de dessalement comme traitement tertiaire sur la filière de potabilisation. En cas de nouvelle crise, l'eau dessalée constituerait une ressource en eau alternative ;
- raccorder l'île au continent : si cette solution n'est pas exclue *a priori*, elle n'offrirait pas une sécurisation de l'alimentation en eau potable de l'île durant l'été. En effet, les besoins hebdomadaires estivaux, de l'ordre de 5 000 m³, ne pourraient pas être satisfaits car de tels volumes ne sont pas

³⁰⁰ *La Gazette de Belle-île-en-Mer*, n°120, le 15 février 1990.

³⁰¹ *La Gazette de Belle-île-en-Mer*, n°119, le 15 janvier 1990.

³⁰² Entretien avec B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau, le 27 mars 2006.

disponibles sur le continent. En revanche, ils le sont hors saison touristique : le raccordement servirait alors aux besoins de la population permanente en hiver et limiterait ainsi un déstockage précoce des réserves des barrages.

Conclusion du chapitre 7

Les pénuries des années 1970 et plus encore celle de 1989 constituent des événements cruciaux de l'histoire hydraulique des îles. Les premières sont liées à la conjoncture de la récurrence d'étés secs (Mounier, 1980 ; Dubreuil, 1994) et de l'accroissement rapide des besoins en eau : elles ne font finalement qu'exacerber une boucle de rétroaction positive induite par le développement programmé des équipements hydrauliques. La sécheresse de 1989 est d'autant plus remarquable qu'elle réactualise le spectre de la pénurie d'eau en révélant l'insuffisance structurelle des îles en situation d'autonomie hydraulique. A l'exception de Ouessant et Sein, qui a recours à une ressource non conventionnelle, elles seront toutes obligées de sécuriser leurs systèmes de production d'eau potable en cherchant de nouvelles ressources. Le dilemme entre connexion au continent ou ressource superficielle est réglé par le développement de l'exploitation des aquifères souterrains au début des années 1990. Seule Belle-Île est contrainte, par sa géologie, à ne compter que sur sa ressource superficielle et, par conséquent, à rester dans le schéma de développement hydraulique « classique ». La sécheresse de 1992 met « les îles de nouveau sur le qui-vive » dans le Morbihan et interpelle les gestionnaires : « L'alimentation par bateau-citerne de l'île d'Houat, dans le Morbihan, devra-t-elle commencer dès le printemps ? » ; la situation hydraulique de Belle-Île, qui attend son troisième barrage, est également précaire³⁰³. Sur l'île de Molène, si « depuis 1989, les réserves d'eau sont suffisantes, le rendement des forages a tendance à diminuer. Il s'avère donc nécessaire de s'organiser avant que la commune soit contrainte d'appliquer des mesures de restriction » : les solutions proposées consistent soit à augmenter la profondeur des forages, soit à dessaler l'eau de mer, sur le modèle sénégalais³⁰⁴.

Si « [...] les déficits pluviométriques des années 80 n'ont rien d'exceptionnels sur le plan climatique, la croissance de la consommation et de la demande en eau pour les usages domestiques [...] font qu'ils ont été plus durement ressentis sur le plan socio-économique que le déficit de l'après-guerre » (Dubreuil, 1994). La raison en est simple : la vulnérabilité de nos sociétés face à des aléas naturels est plus grande (Lamarre et Pagney, 1999). Depuis les années 1960 et surtout 1970, la pression sur les réserves insulaires a considérablement augmenté sous la double impulsion de l'amélioration générale du confort domestique et la croissance de la fréquentation touristique. Ainsi, les îles se retrouvent dans une situation plutôt originale et inconfortable : leurs stratégies de gestion des ressources en eau sont à la fois celles de pays arides pour lesquels ces choix résultent avant tout de la pénurie d'origine climatique, et celles qui se déploient dans les pays pluvieux et qui sont essentiellement dues à l'ampleur des besoins (*ibid.*).

Bien qu'exceptionnelles, les crises hydrauliques insulaires demeurent des situations anecdotiques compte tenu des volumes en jeu et de la population considérée : les prélèvements restent, en effet, très modestes, mais la difficulté réside dans la mise à disposition des volumes suffisants³⁰⁵. Ainsi, à leur échelle, les îles bretonnes illustrent parfaitement les conséquences de la redéfinition contemporaine de la pression anthropique sur leurs ressources en eau. Il s'agit d'un paramètre majeur de la

³⁰³ *Ouest-France*, 19 mars 1992.

³⁰⁴ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 14 septembre 1992.

³⁰⁵ Entretien avec B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, le 27 mars 2006.

vulnérabilité hydraulique insulaire qui, conjugué à l'aléa sécheresse, définit un véritable risque de pénurie. Si une meilleure gestion de l'eau implique, comme le souligne V. Dubreuil, une hausse de son coût par les aménagements qu'elle nécessite, les choix d'aménagements hydrauliques doivent surtout intégrer ce facteur risque. La sécheresse très récente de 2005 remet d'ailleurs en question certains systèmes hydrauliques insulaires encore vulnérables à l'aléa climatique, malgré les optimisations infrastructurelles des années 1990, elles-mêmes consécutives de la pénurie de 1989. Est-ce à dire que les politiques d'équipements hydrauliques des îles bretonnes n'ont pas su pérenniser l'approvisionnement en eau potable de leurs populations ? Pour les élus, s'agit-il, désormais, de « s'affranchir de la contrainte naturelle »³⁰⁶ ? Le cas échéant, quelles solutions techniques faut-il mettre en place : agir sur l'outil de production et/ou la demande ? Répondre à ces questions nécessite une connaissance objective du pénurie de pénurie d'eau : sa quantification rétrospective constituerait un indicateur des plus pertinents pour évaluer *a posteriori* l'efficacité des politiques hydrauliques insulaires ; quant à une quantification prospective, elle permettrait de planifier une gestion durable de l'eau à court et moyen termes.

³⁰⁶ Entretien avec Mme Illiaquer, Communauté de Communes de Belle-Île, le 24 mai 2006.

Chapitre 8 :

Les modalités technico-économiques des politiques insulaires de gestion de l'eau

Introduction

Dans les années 1970, c'est la pérennité même de l'insularité de certaines îles du Ponant qui semble menacée : « Pour l'instant, le problème est celui de la survie : une survie qui coûte cher aux collectivités extra-insulaires » (Guilcher, 1977). A. Guilcher rappelle d'ailleurs que « la solution de l'évacuation a été adoptée depuis déjà pas mal de temps dans les Îles Britanniques. En Ecosse, Saint-Kilda a été abandonnée dès avant la Seconde Guerre mondiale. Il est vrai qu'elle est beaucoup plus éloignée de la grande terre, et située en une mer plus tempétueuse qu'en Bretagne. Mais Blasket, plus proche que Sein, Molène et Ouessant de la grande terre irlandaise en Kerry, a été évacuée elle aussi » (*ibid.*). Le géographe pose finalement la question fatidique : « Alors, va-t-on les évacuer, ces îles onéreuses pour les finances publiques ? » (*ibid.*). Le déficit structurel des îles du Ponant est exacerbé par les mutations socio-économiques qui modifient profondément les modes de vie traditionnels, jusque-là en marge des courants continentaux mais bientôt empreints des mêmes exigences de services.

Symptomatique des déficits structurels cumulés des îles bretonnes, les pénuries d'eau consécutives des sécheresses des années 1970 révèlent leur précarité hydraulique. Les priorités d'équipements des îles sont pourtant aussi diverses que l'accès, les équipements publics (parmi lesquels l'eau potable et l'assainissement), le soutien aux activités économiques, le développement touristique ou encore les logements sociaux et la protection environnementale. Rétrospectivement, quelle a été la place des aménagements hydrauliques dans les politiques de développement et de modernisation des îles ? Déjà cité dans l'introduction générale, le fait que « la desserte en eau potable des diverses îles situées au large de nos côtes pose aux responsables locaux et aux ingénieurs de l'Administration qui les conseillent des problèmes particulièrement délicats » (Patturel, 1972) a-t-il engendré un surinvestissement lié à l'insularité ? En outre, « la question de l'alimentation en eau potable amène à se poser celle des eaux usées, dont le rejet nécessite des infrastructures de traitement qui demandent parfois des superficies significatives à l'échelle de l'île » (Brigand, 2002). Du point de vue technique, a-t-il fallu mettre en place des solutions originales ; au contraire, les moyens de production d'eau potable (et à l'aval d'assainissement) sont-ils les mêmes que sur le continent ?

La réponse à ces questions primordiales s'appuie d'abord sur l'analyse économique des investissements subventionnés en équipements réalisés sur les îles du Ponant depuis 1971, date de création de l'Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant. Elle revient en premier lieu sur l'ensemble des secteurs d'équipements afin de relativiser l'importance de la politique insulaire d'aménagement hydraulique. Dans un second temps, elle se focalise sur la temporalité et la localisation des investissements spécifiques à l'alimentation en eau potable et à l'assainissement, pour finalement mettre en évidence une double dichotomie, temporelle et spatiale. La question de l'adaptation des choix d'équipements est ensuite discutée techniquement, afin d'infirmier ou de confirmer le surdimensionnement présumé des infrastructures

hydrauliques insulaires. Enfin, les modes de gestion des services d'eau sont précisés et le prix de l'eau examiné localement.

1. La politique d'investissements sectorisés sur les îles du Ponant : quelle place pour la gestion de l'eau ?

1.1. Priorité à l'accès aux îles et aux équipements publics

1.1.1. Un audit des investissements depuis 1971

Depuis sa création en 1971, l'Association des îles du Ponant dispose des récapitulatifs de l'ensemble des investissements réalisés sur les îles et ayant fait l'objet de subventions soit par la Région Bretagne essentiellement, soit par le FIDAR (Fonds interministériel de développement et d'aménagement rural) ou encore le FEDER (Fonds européen de développement régional). Les demandes de subvention sont sectorisées selon six domaines d'action :

- accès aux îles : équipements et travaux portuaires, services de liaisons maritimes, navettes passagers, services de liaisons aériennes,
- soutien aux activités économiques : agriculture, aquaculture, pêche, artisanat, ateliers et locaux commerciaux,
- conservation du patrimoine bâti et naturel : réhabilitation du patrimoine bâti, défense contre la mer, effacement des réseaux, aménagement des bourgs...,
- équipements publics : eau potable et assainissement, déchets, électrification, bâtiments publics, voirie, santé, éducation...,
- logements sociaux : construction et acquisition de biens et terrains,
- développement touristique : gîtes communaux et campings, création et rénovations d'établissements commerciaux (hôtels, restaurant, villages vacances...), meublés et chambres d'hôtes, plaisance, promotion et études...

Les données disponibles ne concernent que les travaux et équipements subventionnés : les montants sont ceux du coût global du projet, hors taxe, donnés en francs ou euros courants après 2000, à l'exception des logements sociaux pour lesquels les montants indiqués correspondent à une somme forfaitaire par logement. Ces données de l'Association ne prétendent donc pas à l'exhaustivité des investissements réalisés sur les îles depuis 1971 ; de plus, comme il est spécifié précédemment, seules les îles de la région Bretagne bénéficient des programmes particuliers de subventions : ceci explique que les îles d'Yeu et d'Aix, respectivement dans les Pays de la Loire et en Poitou-Charentes n'ont pas fait l'objet de beaucoup de demandes de subventions comparativement aux autres îles bretonnes. Pour ces dernières, il peut être admis que la quasi-totalité des projets d'équipements et de développement ont été partiellement subventionnés : l'audit réalisé est donc proche de l'exhaustivité pour ces îles au moins.

En préalable à l'analyse, et afin de comparer les données, il a fallu actualiser les montants : la référence choisie est celle de la valeur de l'euro en 2005 (notée €₂₀₀₅). L'actualisation des coûts antérieurs se fait par l'application d'un coefficient d'érosion monétaire qui intègre l'inflation annuelle aux flux monétaires calculés pour l'année de référence choisie. Il est disponible librement auprès des Editions Francis Lefebvre. Les

valeurs antérieures à 2000 sont en francs (F) : il a fallu les convertir en euros (€) selon le taux fixe suivant :

$$1 \text{ €} = 1,55957 \text{ F.}$$

Cette conversion effectuée, il ne reste qu'à actualiser les différents investissements réalisés l'année i tel que :

$$VA(2005) = CEM_i * VA_i,$$

où $VA(2005)$ est la valeur actualisée, en euros 2005 ($€_{2005}$), de la valeur du flux VA_i de l'année i par le coefficient d'érosion monétaire de cette même année i .

1.1.2. Les investissements sectorisés sur les îles depuis 1971

Entre 1972 et 1977, l'A.P.P.I.P. (Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant) a sollicité un effort financier de la part de l'Etat, des Conseils régionaux et généraux, dans le but de pallier le sous-développement structurel accusé par les îles. En 1972, le Gouvernement s'engageait effectivement dans une politique favorable aux îles, à l'image de celle dont bénéficiaient déjà à l'époque les régions de montagne. Un arrêté du Comité interministériel d'aménagement du territoire accordait une aide de 14 660 750 francs (11 751 700 $€_{2005}$) à un programme dont le coût global est de 42 585 000 francs (34 135 150 $€_{2005}$)³⁰⁷. Un fonds spécial d'aide aux îles était créé, doté de 3 000 000 francs par an (2 404 730 $€_{2005}$). Ce programme d'ensemble promeut trois types d'action (promotion, environnement et économie) contre les handicaps spécifiques des seize îles du Ponant, l'île de Ré figurant parmi elles avant qu'elle ne soit définitivement reliée au continent par un pont. Enfin, la Région Bretagne décide, en 1975, d'accorder des subventions aux projets dépassant 1 000 000 francs (587 540 $€_{2005}$) (Singelin, 1978b). L'ensemble de ces crédits a été essentiellement investi dans les équipements portuaires et les liaisons maritimes, ainsi que dans les projets d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement (tab.8.1).

Les résultats confirment tout d'abord l'augmentation continue des investissements entre 1971 et le début des années 2000 et, avec un rythme moyen de quelque 10 millions d'euros annuels, un plafonnement à 100 millions d'euros décennaux depuis 1990. Deuxièmement, les chiffres corroborent l'importance première des investissements réalisés dans le secteur de l'accès aux îles et des équipements publics. Pour le premier secteur, la part relative des investissements concentre 40 % des investissements totaux réalisés au cours des années 1970 ; elle est en régression depuis, ne mobilisant qu'à peine le quart des quelques 63 millions d'euros investis entre 2000 et 2005. En ce qui concerne les équipements publics, il faut souligner la constance relative de la part des investissements qui leur sont dédiés, voisine de 30 à 40 % depuis les années 1970. Parmi ces équipements, les infrastructures d'alimentation en eau potable et d'assainissement occupent une place primordiale : ils mobilisent à eux seuls plus du tiers des investissements en équipements publics dans les années 1970 et 1980, et même la moitié dans les années 1990, à la faveur d'un programme spécifique d'assainissement évoqué par la suite. La dernière période des années 2000 marque un net recul de la part des investissements pour la gestion de l'eau : elle s'explique simplement par le fait que les îles ont comblé leur retard en développant, dans les années 1990, les réseaux d'assainissement collectif, et que les équipements de production d'eau potable sont pérennisés depuis le début des années 1990.

³⁰⁷ *La Liberté du Morbihan*, 5 août 1972.

Pour les autres secteurs, il est intéressant de souligner la part importante des flux financiers accordés au soutien aux activités économiques dans les années 1970 et surtout 1980 où près du quart des investissements totaux lui est consacré : les entreprises agricoles et aquacoles (écloseries à homards, coquilles Saint-Jacques...), ainsi que le renouvellement des flottilles de pêche (aide à la construction de bateaux) ont alors été encouragés pour maintenir les activités économiques « traditionnelles ». Les tentatives de relance des activités agricoles et de pêche ont connu des réussites très relatives (Bioret *et al.*, 1991) ; depuis les années 1990, les efforts dans ce secteur sont surtout redirigés vers le soutien à l'artisanat (promotion, création d'ateliers...). Dernier point, celui des logements sociaux qui voit sa part augmenter significativement depuis 2000 : de 12 % à 13 %. Ces chiffres illustrent combien la question du logement est devenue une des préoccupations majeures pour les îliens. Appartenant souvent à des catégories socioprofessionnelles modestes, leurs revenus ne leur permettent pas d'affronter un marché de l'immobilier qui leur est inaccessible financièrement.

**Tableau 8.1 : Sectorisation des aides aux investissements
sur les îles du Ponant entre 1971 et 2005 (en €₂₀₀₅).**

	<i>1971-1979</i>	<i>1980-1989</i>	<i>1990-1999</i>	<i>2000-2005</i>
Accès aux îles	40 % 12 560 047	33 % 16 902 223	29 % 30 179 833	23 % 14 310 801
Soutien aux activités économiques	13 % 4 128 404	23 % 11 928 993	4 % 4 111 162	4 % 2 457 254
Conservation du patrimoine bâti et naturel	3 % 862 626	5 % 2 410 990	15 % 15 663 473	12 % 7 842 951
Equipements publics	40 % 12 690 020	29 % 14 963 693	36 % 37 429 528	36 % 22 419 005
dont eau potable et assainissement	15 % 4 683 221	10 % 5 004 840	18 % 18 814 381	7 % 4 204 785
Développement du tourisme	5 % 1 444 791	9 % 4 780 592	14 % 14 434 610	12 % 7 316 766
Logements sociaux	0 % 0	1 % 626 298	1 % 895 624	13 % 8 467 437
Total	100 % 31 685 889	100 % 51 612 789	100 % 102 714 230	100 % 62 814 214

Source : Association des Îles du Ponant.

Depuis les années 1990 et 2000, la redistribution des investissements sur les secteurs du logement et de la conservation du patrimoine bâti et naturel corrobore l'efficacité des efforts consentis en matière d'équipements pour combler le retard structurel des îles : en effet, « on peut estimer qu'à la fin des années 1980, les besoins vitaux en équipements et en services publics sont satisfaits » (Brigand, 2000). Les chiffres montrent ainsi la progression sectorisée des investissements qui s'est faite logiquement des équipements les plus fondamentaux vers les besoins et problèmes émergents de ces quinze dernières années. Elle est représentative des mutations socio-

économiques que les îles ont connues au cours des trois dernières décennies. Dans l'ensemble, les infrastructures portuaires, voire aéroportuaires, sont désormais réalisées, mais continuent d'être le point névralgique des îles en mobilisant encore près du quart des investissements subventionnés ; le recul des investissements dans ce secteur conjugué à celui du soutien aux activités traditionnelles est comblé par un redéploiement des efforts financiers dans la conservation des patrimoines insulaires et le développement touristique, participant de la promotion et de l'image de marque des îles. Enfin, les préoccupations d'aménagement se tournent désormais vers les secteurs de l'immobilier et du foncier, voire la gestion sécuritaire : « [...] ces dernières années les préoccupations des élus insulaires se sont recentrées sur la maîtrise du foncier, ou sur des problèmes nouvellement apparus, comme la sécurité, qu'il s'agisse des questions relatives à la circulation (piétons, vélos, automobiles) ou la montée d'une petite délinquance estivale, liée à la venue de certaines catégories de visiteurs » (Brigand, 2000).

1.2. La place de la gestion de l'eau dans les politiques insulaires d'investissements

1.2.1. La prise en compte de la préoccupation sanitaire

Dès sa création, les premières réflexions de l'A.P.P.I.P. sont consacrées à la protection de l'environnement : « les problèmes urgents de l'environnement sont l'eau et l'assainissement. Faute d'installations sanitaires, les touristes s'éparpillent dans la nature... qu'ils salissent »³⁰⁸. Un fonds d'équipement est spécialement créé pour cette action : « [...] le Comité Interministériel pour l'Aménagement du Territoire a autorisé [...] la participation du Fonds d'Intervention d'Aménagement du Territoire, pour un montant de 64 000 F (51 300 €₂₀₀₅), au financement des équipements sanitaires nécessaires à l'accueil des touristes »³⁰⁹. Il ne s'agit donc pas précisément d'infrastructures d'assainissement, lesquelles consistent en la collecte et le traitement des eaux usées, mais plutôt d'équipements offrant des conditions sanitaires acceptables pour les îliens, mais aussi pour les touristes afin de régler les problèmes d'hygiène qui se posent. La construction de sanitaires publics sera ainsi subventionnée sur les îles de Houat, Hoëdic, Sein et Batz entre 1972 et 1974. Sur la Grande-Île, dans l'archipel de Chausey, le problème du manque d'eau se pose avec acuité à cause de l'affluence touristique des campeurs notamment.

Dans les années 1970, l'eau potable est également une question prioritaire : elle doit être traitée en conformité avec les spécificités de chaque île. « Il s'agit de satisfaire les besoins des îliens et ceux d'une capacité touristique raisonnable. Si cette dernière croît inconsidérément (...) il apparaît difficile de satisfaire les besoins dans les normes économiques » (Singelin, 1978a). La protection de l'environnement requiert donc une sagesse dans le dimensionnement des infrastructures, et semble déjà s'inscrire dans une dynamique de développement durable puisqu'elle est soucieuse de l'équilibre économique et de l'équité sociale. Pourtant, de l'avis de son ancien secrétaire général, M. P. Singelin (1977), « ce n'est jamais le problème de la gestion de l'eau qui est abordé, mais le choix d'un nouvel équipement et le taux de la subvention dont il bénéficiera, équipement qui se fera bien sûr aux dépens du milieu naturel et du budget de l'A.P.P.I.P. qui a pourtant d'autres priorités ! ». Cette opinion est très critique des choix de gestion

³⁰⁸ *La Manche libre*, 13 février 1972.

³⁰⁹ *La Manche libre*, 21 août 1972.

des services d'eau et semble convenir d'une véritable course aux équipements sans considération véritable des contraintes locales, environnementales notamment. Il convient de rebondir sur cette citation en apportant *a posteriori* des éléments d'analyse des politiques insulaires de gestion de l'eau menées ces trente, voire quarante, dernières années : elles correspondent à la mise en place des services d'eau potable et d'assainissement sur les îles et permettent de dresser une vision rétrospective complète de la question centrale de cette recherche.

1.2.2. L'importance de l'eau potable et de l'assainissement dans le développement des équipements publics

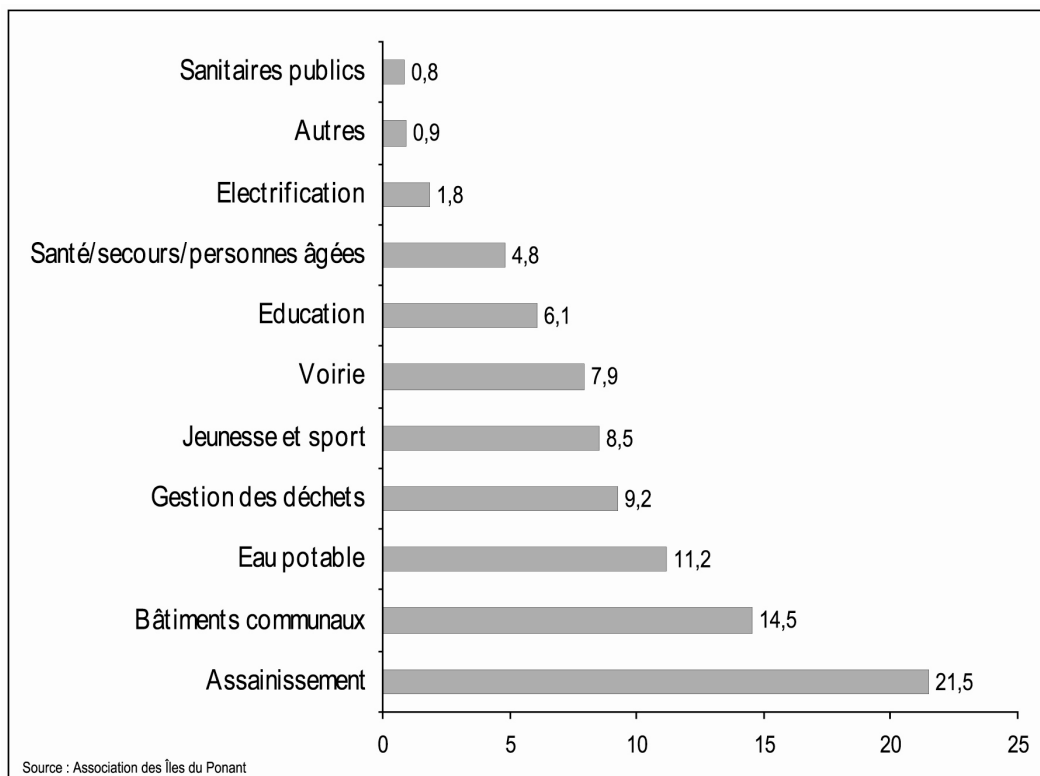
Les résultats précédents (tab.8.1) présentent les investissements en équipements publics en détaillant la part consacrée à l'eau potable et à l'assainissement. Les décennies 1970 et 1990 correspondent ainsi à deux périodes de forte mobilisation de subventions : historiquement, la première est relative à l'installation des services d'eau potable sur toutes les îles, qu'il s'agisse de la poursuite des travaux de distribution ou la création de services entiers tels que ceux de Molène, Sein ou encore Houat, ainsi que la pose de canalisations sous-marines ; la seconde est essentiellement due aux équipements d'assainissement collectif encouragés par un fonds d'aide spécifique aux îles. La diminution de la part consacrée aux équipements hydrauliques constatée dans la première moitié des années 2000 (7 % des investissements globaux) s'explique par le fait que le retard structurel a été comblé : les îles disposent de services désormais pérennes et adaptés *a priori* à leurs besoins contemporains. Sur la période 1971-2005, les premiers postes d'investissements en équipements publics sont justement l'assainissement (25 % du total) et l'eau potable (12,5 %), sans oublier la part dédiée aux bâtiments communaux, ni la gestion des déchets qui mobilise, elle aussi, des flux financiers importants (figure 8.1).

L'analyse des investissements en équipements hydrauliques a été menée pour chacune des îles bretonnes. L'indicateur le plus pertinent est celui du cumul des investissements réalisés par habitant permanent selon les recensements de 1982, 1990 et 1999. depuis la création de l'Association des Îles du Ponant, ce sont ainsi quatre périodes, correspondant approximativement aux décennies 1970, 1980, 1990 et au début des années 2000 : 1971-1982, 1983-1990, 1991-1999, 2000-2005. Les résultats montrent une progression des sommes investies par habitant depuis 1971 sous l'impulsion générale d'efforts structurels dirigés, dans un premier temps, majoritairement vers l'alimentation en eau potable puis l'assainissement dans les années 1990 (fig.8.2).

Ainsi, sur la période 1971-1982, l'effort structurel en équipements hydrauliques est principalement orienté vers l'alimentation en eau potable puisque c'est à cette époque que les réseaux modernes sont mis en place sur la totalité des communes insulaires : 80 % des investissements subventionnés y sont consacrés (fig.8.2). Les îles morbihannaises et Bréhat intègrent dans le même temps des structures intercommunales et délèguent le service d'eau potable afin d'externaliser les coûts de cette gestion. Le traitement des eaux usées est une préoccupation également contemporaine des années 1970 pour ces îles qui s'équipent pour certaines d'entre elles de premiers réseaux de collecte et de stations de traitement : Bréhat, Groix, Arz, Houat et Belle-Île. Au cours des années 1983-1990, la part des investissements pour les équipements d'assainissement est nettement plus importante : elle mobilise 67 % du total exclusivement réparti sur les îles du Morbihan et Bréhat. La distinction entre les îles du Finistère – Batz, Molène et Sein – et ces dernières est claire. Par ailleurs, si le cumul des investissements subventionnés en équipements

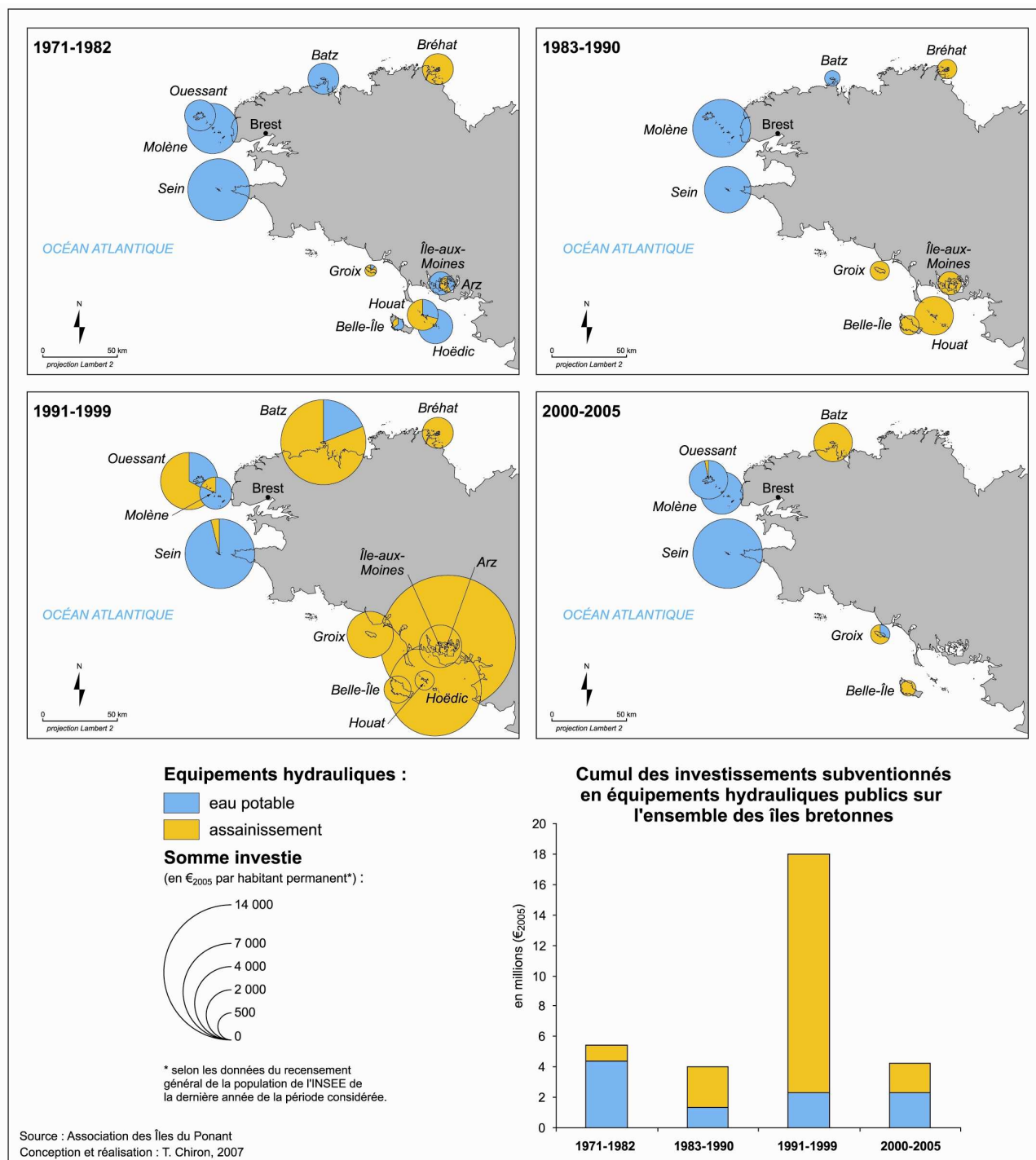
hydrauliques est inférieur sur cette période à celui de la précédente, les moyennes annuelles sont sensiblement identiques.

Figure 8.1 : Répartition des investissements subventionnés en équipements publics sur les îles du Ponant de 1971 à 2005 (en millions d'euros (€₂₀₀₅)).



Les années 1990 correspondent à une période charnière primordiale dans l'histoire hydraulique des îles bretonnes, au même titre que les années 1960 pendant lesquelles le développement de l'eau courante a révolutionné les modes de vie insulaires. Les équipements en assainissement collectif ont, en effet, été massifs afin de pallier l'insuffisance des infrastructures existantes en matière de dépollution des eaux usées : le sous-dimensionnement des stations d'épuration et des réseaux de collecte en comparaison aux besoins a justifié la mise en place d'un programme d'aide spécifique aux îles. Les sommes investies sont exclusivement consacrées à l'assainissement et sont importantes sur certaines îles : près de 5 500 €₂₀₀₅/habitant permanent à Batz, 6 400 €₂₀₀₅/habitant à Hoëdic et même 13 850 €₂₀₀₅/habitant pour l'île d'Arz ! Tout équipement hydraulique confondu, la moyenne des îles bretonnes se situe à 1 209 €₂₀₀₅/habitant permanent dont 81 % sont consacrés à l'assainissement. Enfin, la première moitié des années 2000 est caractérisée par une nette régression des investissements subventionnés par rapport à la période précédente : elle est de l'ordre des deux périodes 1971-1982 et 1983-1990.

Figure 8.2 : Phasage des investissements en équipements hydrauliques publics sur les îles bretonnes de 1971 à 2005.



La dichotomie entre les îles finistériennes – celles de la mer d'Iroise plus particulièrement – et les autres îles est importante et constitue le second fait majeur de cette ébauche d'analyse économique (fig.8.3). Entre 1971 et 2005, 66 % des investissements hydrauliques ont été mobilisés pour l'eau potable sur les îles du Finistère – ce chiffre monte même à 83 % sur les îles de l'Iroise, alors qu'il n'est que de 6 % pour les autres îles. A elles seules, Molène et Sein représentent plus de la moitié des investissements publics pour l'alimentation en eau potable des communes insulaires bretonnes, pour seulement 5 % de la population permanente des îles bretonnes. Il est intéressant de s'attarder sur ces cas particuliers. Pour la première, l'effort infrastructurel a surtout concerné les années 1980, où les difficultés de gestion de la rareté de l'eau ont été les plus fortes. Ce point est développé dans les paragraphes suivants. Les sommes investies ont en effet doublé dans les années 1980, alors qu'il a fallu développer les équipements d'exploitation des eaux souterraines de l'île et surtout augmenter les capacités de stockage de la commune et le réseau de distribution de l'eau courante. C'est d'ailleurs ce dernier point qui justifie principalement les investissements mobilisés pour l'eau potable. Quant à l'île de Sein, les chiffres tout à fait remarquables tiennent au fait que la production d'eau potable est ici assurée par des unités de dessalement depuis le milieu des années 1970. Les technologies de désalinisation de l'eau de mer sont coûteuses en investissements ; il a également fallu développer le réseau de distribution et augmenter les capacités de stockage de l'eau traitée au cours des années 1990 afin de garantir un stock suffisant pour les besoins estivaux. Les îles du Finistère ont d'ailleurs bénéficié d'une politique d'aide financière favorable de la part du Conseil général : jusque dans les années 1996-1997, une majoration de 10 % leur était accordée, de même qu'aux communes rurales du centre du département, afin de combler leur retard structurel. Il s'agissait seulement d'une reconnaissance ponctuelle des handicaps liés à l'insularité sans qu'aucune politique particulière de l'eau ne soit développée pour les îles³¹⁰.

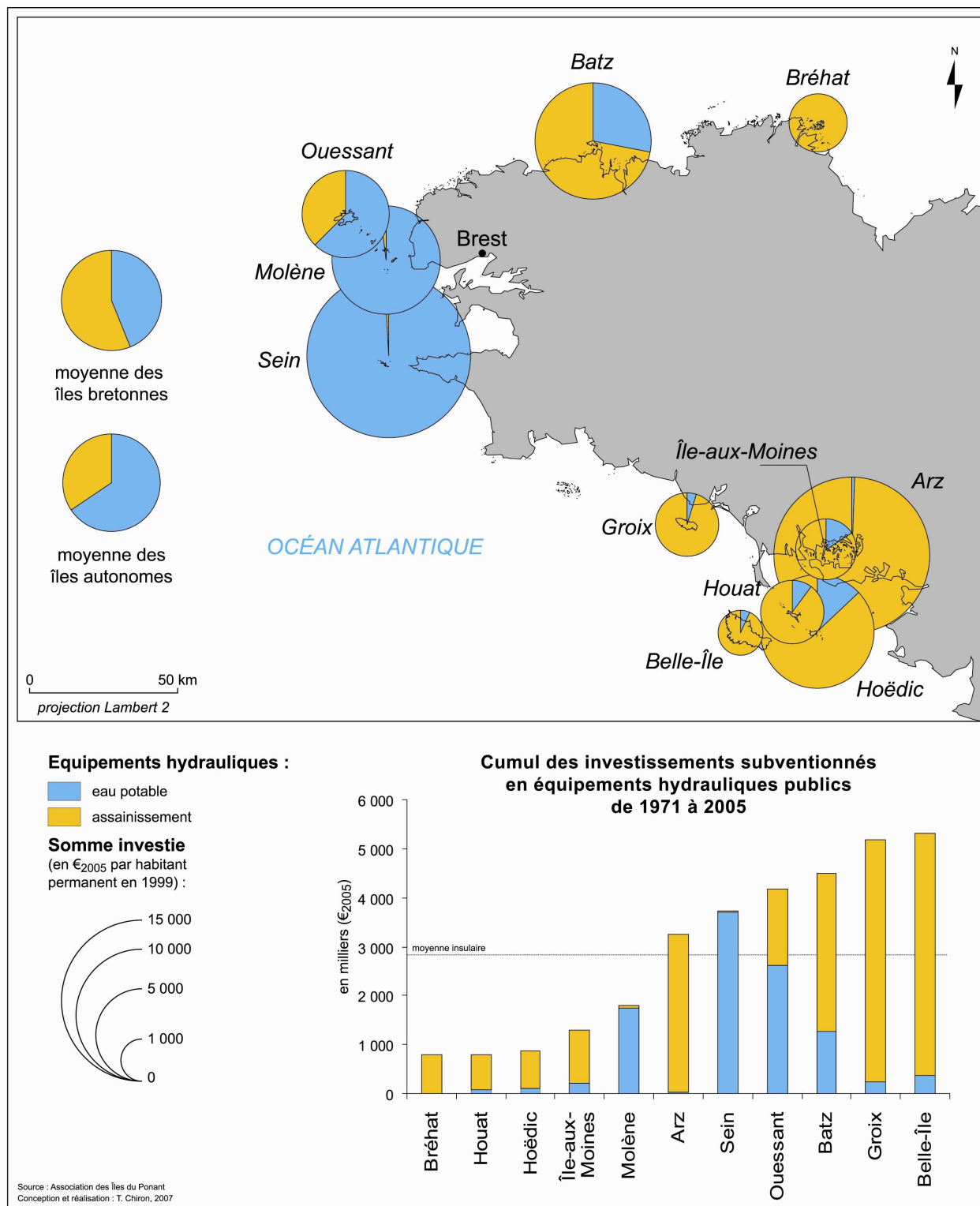
Les résultats de l'analyse des investissements subventionnés en équipements hydrauliques ont ainsi deux niveaux de lecture (fig. 8.3) :

- le premier est global et concerne les cumuls des investissements île par île : il confirme que les flux financiers sont dans l'ensemble plus importants sur les îles les plus grandes et les plus peuplées (Belle-Île, Groix et Ouessant) par rapport aux plus petites îles ;
- le second se reporte aux investissements par habitant permanent : il renverse la tendance précédente en mettant en évidence un surinvestissement important sur les îles les moins peuplées – qui sont aussi les plus petites – comme Sein, Arz, Hoëdic et Molène.

Il y a évidemment un effet de dilution purement arithmétique des montants investis sur des îles comme Belle-Île et Groix qui comptent respectivement un peu plus de 4 700 et 2 200 habitants en 1999, alors que les populations des îles de Sein et Hoëdic n'engendrent pas un tel effet, avec seulement 242 et 117 habitants. Il n'en demeure pas moins que les petites îles peu peuplées – Batz, Molène, Sein, Hoëdic et Arz – nécessitent des efforts infrastructurels plus lourds financièrement : de trois à sept fois plus élevés que la moyenne des îles bretonnes.

³¹⁰ Entretien avec K. Yamgnane, vice-président du Conseil général du Finistère, chargé de la politique de l'eau, à Quimper, le 2 juin 2003.

Figure 8.3 : Répartition des investissements en équipements hydrauliques publics sur les îles bretonnes de 1971 à 2005.



1.2.3. Une politique financière d'incitation aux équipements d'assainissement³¹¹

La question de l'assainissement des îles du Ponant répond à des exigences réglementaires fixées initialement par la Directive sur les eaux résiduaires (CEE 271/91) et par la loi sur l'eau de 1992, particulièrement l'article L. 372-1-1 : « Les communes prennent obligatoirement en charge les dépenses relatives aux systèmes d'assainissement collectif, notamment aux stations d'épuration des eaux usées et à l'élimination des boues qu'elles produisent, et les dépenses de contrôle des systèmes d'assainissement non collectif. Elles peuvent prendre en charge les dépenses d'entretien des systèmes d'assainissement non collectif ». Aux termes des articles L. 2224-8 et L. 2224-9 du code général des collectivités territoriales, les communes et les intercommunalités disposent d'un délai courant jusqu'au 31 décembre 2005 pour se mettre en conformité avec la réglementation sur les assainissements collectifs et non collectifs, en établissant des zonages d'assainissement collectif et non collectif et en mettant en œuvre les systèmes de collecte et de traitement adéquats.

La mission de promotion et de protection de l'environnement de l'Association des Îles du Ponant est à l'origine d'un contrat pluriannuel d'assainissement spécifique aux Îles du Ponant, contrat passé entre l'association et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour la période 1995-1997³¹². Il s'inscrit dans les objectifs et budgets du 6^{ème} programme quinquennal 1991-1996 de l'Agence, dont les modalités de financement en matière d'assainissement s'avèrent défavorables aux petites collectivités (Laimé, 2003). Le montant des subventions est, en effet, plafonné à 1 000 francs par habitant (environ 150 €) pour les communes de moins de 1 000 habitants, et aucune aide n'est attribuée aux communes dites non redevables, à savoir celles comptant moins de 400 habitants. C'est dire si ces modalités sont contraignantes pour les îles du Ponant, puisque les communes de Molène, Sein, Houat, Hoëdic, Arz et Aix qui comptent moins de 400 habitants au recensement de 1999 sont d'emblée exclues des aides de l'Agence de l'Eau.

La participation financière de l'Agence à la réalisation des travaux d'assainissement des îles se veut adaptée à leur contexte géographique, qu'elle reconnaît comme spécifique : omniprésence de la roche, amenée et repli du matériel et des matériaux, travaux à la main dans les ruelles étroites. Les aides sont ainsi calculées sur les coûts réels des travaux et sans différenciation ni plafonnement pour les communes de moins de 400 ou 1 000 habitants. L'insularité et ses contraintes particulières qui grèvent en moyenne de 30 % les coûts des travaux, sont considérées à titre exceptionnel par rapport aux règles générales de l'Agence. L'ensemble du programme est estimé à 62 000 000 francs (environ 10 586 000 €₂₀₀₅), dont 10 000 000 (environ 1 107 430 €₂₀₀₅) pour les stations, le reste étant consacré aux réseaux. Pour les collectivités insulaires, il s'agit de leur permettre de planifier des travaux sur plusieurs années, de les inciter concrètement à s'équiper de services d'assainissement performants afin de pérenniser la protection du milieu récepteur, justifiée par la nature des usages sensibles pratiqués sur le littoral de ces îles (baignade, pêche à pied...), surtout en période de pointe estivale. Pour les collectivités plus importantes déjà équipées d'une première infrastructure réseau-

³¹¹ Entretiens avec P.-P. Jean, Directeur de l'Association des Îles du Ponant, à Auray, le 14 avril 2003, et P. Le Gentil, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, en charge du contrat, le 23 mai 2003.

³¹² Entretien avec P. Le Gentil, Ingénieur, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, en charge du contrat, le 23 mai 2003.

station d'épuration – c'est le cas de Bréhat, Ouessant, Groix, Houat, Belle-Île, l'Île-aux-Moines, Arz et Yeu, l'objectif est d'étendre la desserte du réseau aux endroits sensibles tels que les hameaux les plus isolés, où les dispositifs d'assainissement individuel s'avèrent très souvent inadaptés (qualité du sol, surcharge estivale des habitations...). Les îles de Batz et Hoëdic ne disposent, quant à elles, d'aucun équipement, ce qui conduit aux rejets d'effluents bruts directement sur la côte via des fossés : des projets de collecte et de traitement des eaux usées des bourgs densément peuplés doivent régler le problème. Compte tenu de leur contexte très particulier, Sein et Molène seront tenues d'élaborer des schémas d'assainissement en procédant dans un premier temps à l'étude de zonages visant à définir les techniques les mieux adaptées.

Si, dans l'ensemble, les données recueillies auprès de l'Association des îles du Ponant sur les plans de financement des équipements coïncident avec celles de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne³¹³, l'île d'Yeu a fait l'objet de la poursuite de la desserte de son réseau de collecte et surtout du renforcement de la capacité de traitement de sa station d'épuration, et ce à hauteur d'un prévisionnel de 8 000 000 de francs (1 365 940 €₂₀₀₅). L'absence de ces opérations dans les demandes de subvention de l'île auprès des instances régionales et européennes corrobore ce qui a déjà été mentionné, à savoir que les îles non bretonnes n'ont pas bénéficié des mêmes traitements financiers. Quoi qu'il en soit, au terme de ce contrat pluriannuel d'assainissement des îles du Ponant en 1998, le bilan est très positif : 91 % de la somme allouée ont été utilisés, les îles ayant comblé un retard structurel avec des niveaux d'équipement désormais satisfaisants. La continuation des extensions de réseau est, en outre, garantie par un 7^{ème} programme de l'Agence plus favorable financièrement : le contrat de 1995-1997 a permis de gagner trois ans sur les travaux, et d'éviter ainsi autant de rejets polluants vers le milieu naturel récepteur. En 2003, douze des quinze îles du Ponant sont assainies collectivement, sur partie ou totalité de leur territoire. Il reste à régler les trois cas finistériens de Molène, Sein et Saint-Nicolas-des-Gléan qui posent problème compte tenu de leur contexte géographique et de leur exiguïté. Sur les deux premières, la densité du bâti dans des bourgs concentrés et la géologie granitique font obstacle à la mise en place de systèmes collectifs. Le traitement de la problématique assainissement des Îles du Ponant par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, à l'initiative de l'Association des Îles du Ponant, relativise le délaissement de la première pour les petits projets au profit de « choix capitalistiques » encouragés par les autres partenaires financiers (Etat, régions, départements), dont certains accusent l'Agence (Laimé, 2003). Les chiffres montrent sans ambiguïté la concentration des investissements au cours des années 1990, et plus précisément dans les années 1995 à 1998, voire 1999. Cela confirme l'effort infrastructurel consenti depuis une quinzaine d'années.

1.2.4. Y a-t-il surinvestissement sur les îles bretonnes ?

En se limitant aux îles bretonnes, l'analyse économique précédente manque de relief. Si elle postule un surinvestissement relatif sur les plus petites îles, qu'en est-il réellement à l'échelle du territoire régional, voire national ? Une étude complète réalisée par le Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (F.N.D.A.E.), publiée en 2000, fournit des données sur les investissements en équipements hydrauliques des communes rurales. Elle présente des fiches départementales indiquant les investissements réalisés entre 1995 et 1999 et programmés pour la période 2000-2004,

³¹³ Source : P. Le Gentil.

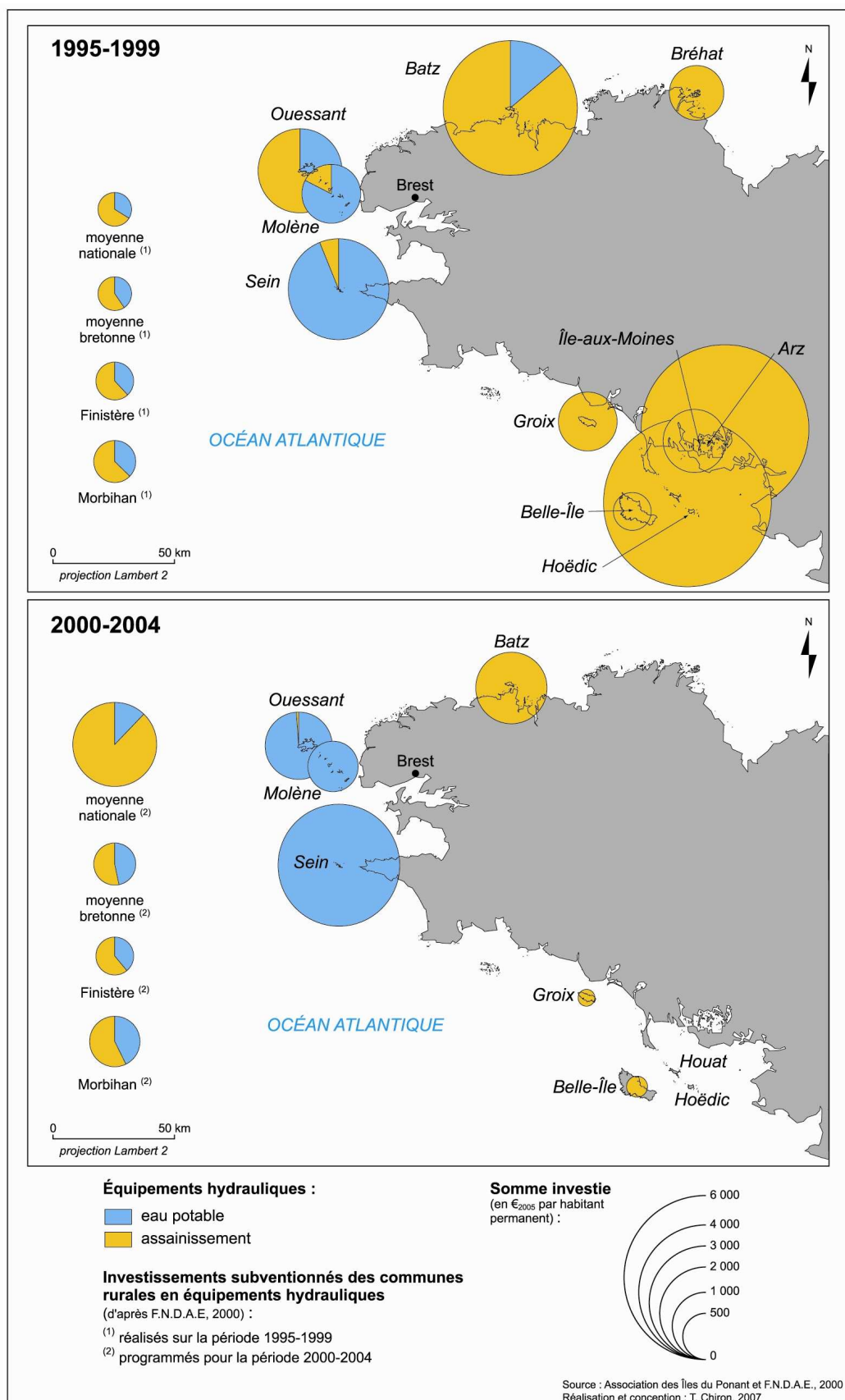
tant pour l'eau potable que pour l'assainissement (fig.8.4). Les communes rurales sont définies comme les communes non classées urbaines au sens du code général des collectivités territoriales (moins de 2 000 habitants) et si elles n'appartiennent pas à une communauté urbaine. Les communes de Le Palais et de l'île de Groix ne sont en ce sens pas des communes rurales... mais seront tout de même intégrées à la comparaison. Aux échelles régionale comme nationale, les montants investis par habitant permanent étaient de l'ordre de 290 €₂₀₀₅ sur la période 1995-1999, tout équipement confondu. Si la majeure partie de ces investissements est dédiée à l'assainissement, ils sont moins importants en Bretagne (59 %) que pour l'ensemble du territoire français (66 %). Surtout, ces chiffres sont très inférieurs à ceux des îles bretonnes, pour lesquelles les investissements en équipements hydrauliques atteignent une moyenne de 740 €₂₀₀₅ par habitant permanent, avec de très fortes disparités : quelque 6 400 €₂₀₀₅ pour Hoëdic et Arz ou encore plus de 4 000 €₂₀₀₅ pour l'île de Batz (fig.8.4). L'ensemble des îles bretonnes est ainsi très nettement au-dessus des investissements moyens des communes rurales de France et de Bretagne.

Pour une part, cette tendance à un fort surinvestissement est liée à la politique volontariste d'équipements d'assainissement des îles de la part des pouvoirs publics dans la seconde moitié des années 1990. Cet effort structurel réalisé, les investissements subventionnés sont très faibles, voire nuls, sur les îles du Morbihan et Bréhat : ils sont largement inférieurs aux moyennes régionale et surtout nationale qui sont programmées à la hausse. Achevant son réseau de collecte des eaux usées, l'île de Batz est dans la moyenne nationale pour l'assainissement : 1 214 €₂₀₀₅/habitant permanent contre 1 462 €₂₀₀₅ à l'échelle nationale. Cette forte valorisation des investissements en équipements d'assainissement des communes rurales sur la période 2000-2004 est liée aux contraintes réglementaires de la loi sur l'eau de 1992 qui fixe au 31 décembre 2005 le délai de mise en place de services d'assainissement pour les petites collectivités. Les îles du Finistère se distinguent à nouveau en maintenant des niveaux d'investissement pour l'eau potable très élevés : ils sont deux fois plus importants à Molène (546 €₂₀₀₅/habitant permanent contre 206 €₂₀₀₅ en moyenne nationale), et plus de quinze fois plus à Sein (3 421 €₂₀₀₅) ! A Ouessant enfin, la construction de la nouvelle station de potabilisation de l'eau en 2005 a nécessité de lourds investissements (plus de 1 000 €₂₀₀₅).

En terme de recherches de subventions, les îles ont su mettre en œuvre une stratégie efficace ; elles ont même pu bénéficier d'une certaine clémence de leurs partenaires financiers. De plus, et notamment pour les plus petites d'entre elles, les budgets communaux et des services d'eau ne sont pas séparés, ce qui permet aux municipalités de financer des travaux d'alimentation en eau potable ou d'assainissement avec une partie de la Dotation Globale de l'Etat notamment. Depuis les années 1970, la question de l'eau potable et surtout celle de l'assainissement a mobilisé d'importants moyens financiers sur les îles bretonnes afin de répondre aux exigences sociétales, d'une part, et réglementaires, d'autre part (qualité de l'eau potable et traitement des eaux usées). « Plus profondément, si ces îles ont été largement aidées par la puissance publique (depuis 1971, l'Association pour la promotion et la protection des îles du Ponant (A.P.P.I.P.) a mis en chantier la majeure partie des équipements indispensables dont elles étaient encore dépourvues), elles n'ont peut-être pas été comprises, trop souvent considérées par les aménageurs comme de banales communes rurales en voie de dévitalisation. La spécificité insulaire, qui n'est pas faite que d'éléments négatifs, a été oubliée »³¹⁴. Qu'en est-il réellement du point de vue hydraulique ?

³¹⁴ F. Péron, dans *Le Monde* du 10 mai 1989.

Figure 8.4 : Comparaison des investissements en équipements hydrauliques des communes insulaires et rurales continentales entre 1995 et 2004.



2. Quelle adaptation des solutions techniques à l'insularité ?

2.1. Des filières classiques de potabilisation de l'eau sur les îles autonomes

Les îles du Ponant représentent la plupart des techniques de desserte en eau potable : conduites sous-marines, pompes, barrages, impluvium, dessalement de l'eau de mer. Seuls la désalinisation de l'eau de mer et les ravitaillements par bateau sont finalement singuliers dans cet inventaire : ces derniers ne concernant d'ailleurs que des îles dont le statut administratif est lui-même particulier. Finalement, les systèmes de production d'eau potable sur les îles du Ponant sont les mêmes que ceux utilisés sur le continent pour des communes rurales. Cependant, l'exploitation des ressources superficielles sur les trois plus grands îles – Ouessant, Groix et Belle-Île – oblige à recourir à des filières de traitement plus complexes compte tenu d'une qualité d'eau médiocre. L'abattement des charges importantes en matière organique nécessite des procédés de coagulation-floculation pour lesquels le monitoring est parfois délicat (maintien des conditions de pH, reminéralisation...) et la consommation de réactifs importante. A Ouessant, les concentrations élevées en manganèse et fer des eaux brutes ont également justifié la modernisation de la filière de traitement en 2006 : « La définition de la nouvelle unité de production est urgente en regard de la vétusté des installations actuelles et surtout des insuffisances de filière qui ont été soulignées ces dernières années » (Générale des Eaux, 2002). Des procédés de déferrisation et de démanganisation ont été intégrés afin de satisfaire les normes de qualité des eaux potables (tab.8.2).

Tableau 8.2 : Filières de potabilisation de l'eau sur les îles en situation d'autonomie hydraulique.

<i>Île</i>	<i>Origine de l'eau du service</i>	<i>Filière de traitement</i>
Ouessant	superficielle	coagulation-floculation-décantation + filtration + démanganisation + désinfection
Molène	souterraine	filtration + désinfection
Sein	eau de mer	osmose inverse + désinfection
Groix	mixte	coagulation-floculation-décantation + filtration + désinfection
Belle-Île	superficielle	coagulation-floculation-décantation + filtration + désinfection
Houat	souterraine	coagulation-floculation + filtration + désinfection
Hoëdic	souterraine	filtration + désinfection

Une différence primordiale avec les communes rurales moyennes réside dans le caractère touristique des communes insulaires qui doivent faire face à des consommations de pointe importantes en été : par conséquent, les infrastructures sont nécessairement surdimensionnées par rapport aux besoins de la population îlienne réellement résidente (tab.8.3). Pour les îles en situation d'autonomie hydraulique, les équipements de production d'eau potable sont dimensionnés pour absorber en moyenne de trois à quatre fois les besoins de la population îlienne permanente. Ce facteur est nettement plus fort

pour les îles de Sein et Hoëdic où il atteint six ; *a contrario*, il est modéré à Molène où la capacité de production nominale n'est que le double de la capacité requise pour les besoins des seuls îliens. Observées pendant les semaines comprises entre le 14 juillet et le 15 août³¹⁵, les pointes journalières de production mettent les îles dans une situation plus ou moins délicate selon que la capacité nominale de production est dépassée ou non.

Tableau 8.3 : Caractéristiques des unités de production d'eau potable des îles en situation d'autonomie hydraulique.

<i>Île</i>	<i>Capacité nominale de production (m³/j)</i>	<i>Besoins de la population permanente (m³/j)</i>	<i>Pointes de consommation (m³/j)</i>
Ouessant	600	150	450
Molène	30	14	80
Sein	85	14	80
Groix	1 500	300	1 200
Belle-Île	4 000	1 200	4 500
Houat	240	50	200
Hoëdic	240	30	180

Pour les îles de la mer d'Iroise, Ouessant et Sein, ainsi que Houat et Hoëdic, les installations de production peuvent fournir sans problème les volumes nécessaires aux besoins journaliers maxima. En revanche, Molène et Belle-Île sont caractérisées par un sous-dimensionnement de leurs équipements de production relativement aux besoins de pointe : les capacités de stockage de l'eau traitée devraient alors permettre d'absorber les pics de consommation ponctuels en offrant une réserve suffisante. Or, si tel est le cas à Molène où la bache d'eau traitée contient 125 m³ pour des besoins journaliers en pointe de 80 m³, les quelque 3 300 m³ de stockage de Belle-Île ne suffisent pas à couvrir les besoins de pointe d'une journée estivale (tab.8.4).

Il y a là un réel sous dimensionnement hydraulique capable de mettre en danger la sécurité de l'alimentation en eau potable si un incident survient dans la chaîne de potabilisation de l'eau. Le problème se pose également à Ouessant : certes, la nouvelle usine de traitement offre des garanties quant à sa capacité nominale, mais les structures de stockage de l'eau traitée ne couvrent que les deux tiers des besoins de pointe. De manière générale, à l'exception de l'île de Sein, les réserves en eau potable des îles en situation d'autonomie hydraulique restent modestes relativement aux besoins de pointe : de l'aveu des gestionnaires eux-mêmes, elles sont insuffisantes à Ouessant et Belle-Île, et laissent peu de marge temporelle en cas de panne sur les filières de traitement pour Molène, Groix, Houat et Hoëdic qui disposent de moins de trois jours de stock (tab.8.4).

³¹⁵ Voir chapitre 6.

Tableau 8.4 : Autonomie hydraulique critique en eau potable des îles.

<i>Île</i>	<i>Capacité de stockage de l'eau traitée (m³)</i>	<i>Pointes de consommation (m³/j)</i>	<i>Autonomie en eau traitée (jours)</i>
Ouessant¹	300	450	0,7
Molène²	125	80	1,6
Sein²	1 800*	80	22,5
Groix¹	1 500	1 200	1,25
Belle-Île³	3 300	4 500	0,7
Houat³	500	200	2,5
Hoëdic³	400	180	2,2

* : stockage d'eau dessalée.

Sources : 1 : Véolia-Eau ; 2 : mairies, 3 : SAUR.

2.2. La gestion des eaux usées

2.2.1. L'adaptation des filières d'épuration

Des sommes considérables ont été investies en France mais aussi dans les pays d'Europe consécutivement à la Directive sur les eaux résiduaires. Elles conduisent « à se demander si dans certains cas, des solutions techniques alternatives à la « end of pipe technology »³¹⁶ ne seraient pas plus appropriées » (Barraqué, 1998), notamment sur les îles.

A l'exception des îles de Molène et Sein, ainsi que des îles de l'archipel des Glénan, les îles du Ponant disposent de systèmes de collecte et de traitement des eaux usées de type collectif. Classiquement adoptés pour les communes rurales, ces systèmes ont été progressivement mis en place sur les îles depuis leur modernisation hydraulique des années 1950 à 1970 pour la plupart. En corollaire de la distribution domestique de l'eau, la gestion des rejets d'eaux usées est primordiale :

« M. le maire [de l'île de Groix] expose à l'assemblée la nécessité de créer un réseau de tout à l'égout notamment dans les agglomérations du bourg et de Locmaria. En effet, la distribution d'eau courante va occasionner des installations particulières d'hygiène et de bien être : évier, salle de bains, WC. Mais comment concevoir ces améliorations sans en prévoir l'évacuation ? D'autre part, du fait de la pose de canalisations d'adduction d'eau les chaussées des rues ont été défoncées et devront faire l'objet, surtout après que les infiltrations d'eau et les rigueurs de l'hiver, de réparations importantes qui s'avèreraient inutiles,

³¹⁶ Fin de la technologie de la canalisation.

si dans quelques années les rues devaient être redéfoncées pour la pose des canalisations de tout-à-l'égout »³¹⁷.

Les systèmes d'assainissement ont été modernisés, voire créés, dans les années 1990 avec le programme de financement spécifique de l'Agence de l'Eau. Il convient de souligner ici que toutes les îles traitent leurs eaux usées *in situ*, sans exportation des effluents vers le continent. Les filières de traitement mises en œuvre sont principalement le lagunage et la décantation-digestion ainsi que les procédés par boues activées. Les lits plantés de roseaux ont été récemment installés sur la Grande-Île de Chausey ; il faut noter enfin la présence d'une filière par membranes sur l'île d'Yeu, correspondant aux techniques d'épuration par filtration (tab.8.5). Ces filières d'épuration des eaux usées représentent le panel technique généralement proposé pour les petites collectivités – à l'exception de l'île d'Yeu, c'est-à-dire celles qui doivent traiter des charges hydrauliques inférieures à 2 000 équivalents habitants (E.H.). Les études comparatives du F.N.D.A.E. (Fonds National de Développement des Adductions d'Eau) sur ces différents moyens de traitement soulignent les avantages et les inconvénients en fonction des contraintes locales parmi lesquelles les variations de la charge hydraulique, la sensibilité des milieux récepteurs et l'emprise spatiale sont les plus importantes ; elles fournissent, par ailleurs, les coûts d'investissement et d'exploitation de chacune des filières (Alexandre *et al.*, 1998) (tab.8.5).

Tableau 8.5 : Filières de traitement des eaux usées des îles en situation d'autonomie hydraulique.

Île	Assainissement collectif	Couverture du réseau de collecte (%)	Capacité de traitement		Pointes de consommation (m ³ /j)
			équivalents habitants	m ³ /j	
Ouessant ¹	Décanteur-digester	100	1 500	270	450
Molène ²	SPANC*	-	-	-	80
Sein ²	SPANC*	-	-	-	80
Groix ¹	Décanteur-digester + lagunage	100	6 000	1 080	1 200
Belle-Île ³	Lagunage multi-site	100	13 400	2 400	4 000
Houat ³	Lagunage	100	1 000	180	200
Hoëdic ³	Lagunage	100	900	162	180

Sources : 1 : Véolia-Eau ; 2 : mairies, 3 : SAUR.

Dans les années 1975, « les ingénieurs du génie rural, au CEMAGREF et dans certaines D.D.A.³¹⁸, ont remis les lagunes à l'honneur ; technique très ancienne et efficace pour la pollution domestique [...], le lagunage représente maintenant environ le quart des stations françaises » (Barraqué, 1995). Présent sur six îles (Grande-Île, Groix, Belle-Île, Houat, Hoëdic et Arz), le lagunage (naturel ou aéré) est le procédé le plus utilisé : il présente l'avantage d'être justement très tolérant aux variations importantes de charges hydrauliques et polluantes et offre une facilité d'exploitation intéressante. Il ne nécessite pas d'équipements électromécaniques requérant l'intervention d'une main d'œuvre

³¹⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 20 janvier 1966.

³¹⁸ Direction Départementale de l'Agriculture.

spécialisée. Cependant, les curages des lagunes pour en extraire les boues représentent des charges ponctuelles lourdes ; de plus, l'emprise au sol de ces mêmes lagunes peut être une contrainte majeure sur des territoires insulaires exigus : en moyenne 6 000 m² pour 400 équivalents habitants.

Le deuxième système d'épuration utilisé sur les îles est le décanteur-digester : trois îles en sont équipées (Batz, Ouessant et Groix). De faible emprise au sol, il est suffisant pour assurer un traitement primaire compatible avec les objectifs de qualité imposés à des milieux naturels peu fragiles et offrant une importante dilution permanente, en l'occurrence la mer. Un des soucis majeurs est le risque d'odeurs, notamment en cas de fortes variations de charge induites par celles de la population. Par ailleurs, les coûts d'investissement et de fonctionnement sont les plus faibles du panel technique proposé. Le troisième système d'épuration est celui des boues activées, installé sur les îles de Bréhat et l'Île-aux-Moines : bien que présentant une bonne performance d'abattement des pollutions, il s'agit du procédé le plus difficile à mettre en œuvre et le plus onéreux.

Enfin, les filtres plantés de roseaux (Grande-Île) sont une technique biologique plus récente qui consiste à épandre les effluents d'eaux usées sur des cultures fixées sur supports fins (sables, graviers). L'intérêt des roseaux réside dans leurs rhizomes qui percent les filtres et évitent ainsi le colmatage. Il est possible de traiter des eaux usées domestiques brutes si le réseau délivre un effluent frais (absence d'odeurs), sans décantation préalable ; par ailleurs, un filtre au premier étage réduit également les besoins de gestion. Si les coûts d'investissement et de fonctionnement sont élevés et l'emprise au sol importante (supérieure à 800 m² pour 400 E.H.), les performances d'épuration sont très bonnes puisqu'elles atteignent les objectifs de niveau D4, niveau maximal de performance selon la circulaire du 17 février 1997 relative à l'assainissement des communes de moins de 2 000 E.H.³¹⁹. Comparativement, les niveaux de performance d'un décanteur-digester et du lagunage sont respectivement D1 et D2 (Alexandre *et al.*, 1998).

Tableau 8.6 : Niveaux de traitement des eaux usées pour les agglomérations soumises à déclaration.

<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>
Rendement sur le flux entrant	Concentrations des rejets traités	Rendement sur le flux entrant	Concentrations des rejets traités
MES ≥ 50 % DBO ₅ ≥ 30 %	DBO ₅ ≤ 35 mg/L	MES ≥ 50 % DBO ₅ ≥ 30 %	DBO ₅ ≤ 25 mg/L DCO ≤ 125 mg/L

Source : Alexandre *et al.*, 1998.

La figure 8.4 synthétise les domaines d'utilisation conseillés des différentes techniques d'assainissement pour les petites collectivités, et confirme leur adaptation au contexte insulaire. Le choix de la décantation-digestion reste cependant discutable compte tenu de son inadaptation aux variations de charge hydraulique et de ses faibles performances d'épuration (D1). La contestation de ce choix technique reste pourtant relative sur ce dernier point : certes l'efficacité de la filière est minimale, mais n'est-elle pas suffisante pour certains contextes insulaires tels que ceux de Batz, Ouessant et Groix ? En effet, le rejet des effluents épurés en mer se fait sur la côte au vent, dans des conditions courantologiques étudiées pour qu'elles soient propices à une dispersion rapide vers le large. Le compromis entre raison financière et environnementale semble

³¹⁹ Bulletin Officiel du Ministère de l'Équipement n° 399-97/8 du 10 mai 1997.

finalement acceptable, et surtout conforme à la sagesse de dimensionnement des équipements hydrauliques préconisée par l'A.P.P.I.P. (Singelin, 1978a). Le lagunage répond également à cette recherche de compromis technico-financier respectueux des contraintes environnementales. Quant aux filières plus onéreuses en investissement que sont les lits bactériens et les boues activées, elles offrent évidemment des performances de traitement maximales mais à des coûts de fonctionnement eux aussi élevés. Ces choix techniques sont à remettre en question dans un contexte insulaire qui dispose justement d'une « chasse d'eau » naturelle qu'est la marée semi-diurne. Cependant, le manque d'espace et la présence d'activités marines (halieutes ou de loisirs) peuvent contraindre ces choix. Dernière réalisation en date (2006), les filtres plantés de roseaux installés sur la Grande-Île de Chausey, pour assainir la partie publique de l'île, constituent certainement une des filières de traitement des eaux usées les mieux adaptées au contexte insulaire : performance de traitement maximale, adaptabilité aux variations de charge hydraulique et facilité d'exploitation. Le lagunage de la partie privée a également été redimensionné, « le village des Blainvillais, un des sites les plus photographiés de Normandie, connaissant un assainissement des plus folkloriques »³²⁰.

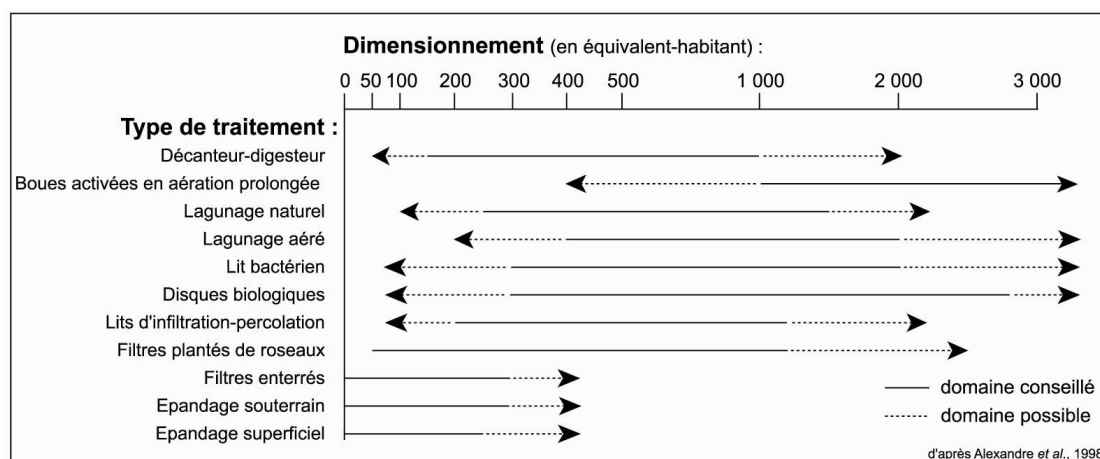
Tableau 8.7 : Comparaison coûts-performance des filières d'épuration des eaux usées pour les petites collectivités (en €₂₀₀₅).

<i>Filière</i>	<i>Coût d'investissement</i> ⁽¹⁾		<i>Coût de fonctionnement</i> ⁽¹⁾		<i>Performance de traitement</i> ⁽²⁾
	400 E.H.	1 000 E.H.	400 E.H.	1 000 E.H.	
Décanteur-digester	121	82	5	3	D1
Lagunage naturel	242	132	9	5	D2
Filtres plantés de roseaux	285	216	10	6	D4
Lits bactériens	289	201	21	13	D4
Boues activées	483	257	21	13	D4

⁽¹⁾ d'après Alexandre *et al.*, 1998.

⁽²⁾ selon la circulaire du 17 février 1997.

Figure 8.5 : Filières d'épuration des eaux usées adaptées aux petites collectivités.



³²⁰ Ouest-France, 22 juillet 2003.

2.2.2. Les cas molénaï et sénaï

Il n'y pas de systèmes d'assainissement collectif sur les deux îles de Molène et Sein : les eaux usées sont collectées dans des fosses toutes eaux et des puisards souvent anciens. Respectivement 75 % et 95 % des résidences de Molène et Sein ont été construites avant 1974, c'est-à-dire avant la mise en place des services de distribution de l'eau potable sur ces deux îles. L'ancienneté de l'habitat induit immanquablement un sous-dimensionnement de la majeure partie des installations individuelles de traitement des eaux usées domestiques, conçues alors que les consommations d'eau étaient encore limitées par des usages traditionnels (citernes individuelles et publiques). Sur ces îles particulièrement exiguës (75 et 60 hectares), le bâti ancien est regroupé en bourgs très denses parcourus de ruelles très étroites dont les largeurs ne dépassent pas pour certaines deux mètres ; de plus, le contexte géologique est également contraignant à cause de l'omniprésence des affleurements de granite. La conjugaison de ces facteurs naturels et urbanistiques rend problématique tant l'installation d'un assainissement collectif que celle de systèmes individuels performants. Le décret n°94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L. 372-1-1 et L. 372-3 du code des communes précise les procédures de définitions des zones d'assainissement. Peuvent ainsi être placées en zone d'assainissement non collectif les parties du territoire d'une commune dans lesquelles l'installation d'un réseau de collecte ne se justifie pas, soit parce qu'elle ne présente pas d'intérêt pour l'environnement, soit parce que son coût serait excessif. Réglementairement, les îles de Sein et Molène ne sont pas concernées par les dispositions de ce décret : leur pollution en matière organique ne dépasse certainement pas, même au plus fort de la fréquentation estivale, le seuil des 120 kg par jour³²¹. En admettant des populations insulaires de l'ordre du millier en pleine saison, la charge polluante des rejets atteindrait une cinquantaine de kilogrammes par jour. Elles doivent cependant définir le zonage de l'assainissement de leur territoire à l'aide d'études qui, après enquête publique, fixent les zones relevant de l'assainissement collectif et celles relevant des techniques autonomes³²². Elles sont également tenues d'assurer le cas échéant la mise en place d'un service public des assainissements non collectifs, ou S.P.A.N.C.

Compte tenu des contextes locaux, la mise en place de systèmes collectifs de collecte et de traitement des eaux usées est très peu envisageable : les investissements nécessaires seraient réellement hors de propos par rapport à l'abattement de pollution induit. Le coût d'une solution collective à Sein est estimé à plus de 9 600 €₂₀₀₅ Hors Taxe (HT) par branchement en 2002³²³ ; or, le seuil de viabilité technico-économique est fixé à 4 000 €₂₀₀₅ HT par branchement³²⁴ par les services de la D.D.A.F. Le Conseil général du Finistère accorde, quant à lui, des subventions jusqu'à un plafond de 4 100 €₂₀₀₅ HT. Réalisée par le bureau d'étude Alidade en 2002 et approuvée par les services compétents de l'Etat (D.D.A.F., la D.D.E. et la D.D.A.S.S.), l'étude de zonage de l'assainissement de l'île de Sein conclut ainsi à la définition de deux zones relevant toutes deux de l'assainissement autonome (fig.8.6) :

³²¹ Charge polluante en matière organique : l'article 1^{er} du décret définit celle-ci comme étant « le poids d'oxygène correspondant à la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5) calculé sur la base de la charge journalière moyenne de la semaine au cours de laquelle est produite la plus forte charge en substances polluantes dans l'année ». En zone rurale, la charge en DBO5 par équivalent habitant est estimée entre 40 et 50 g, en zone urbaine entre 50 et 80 g.

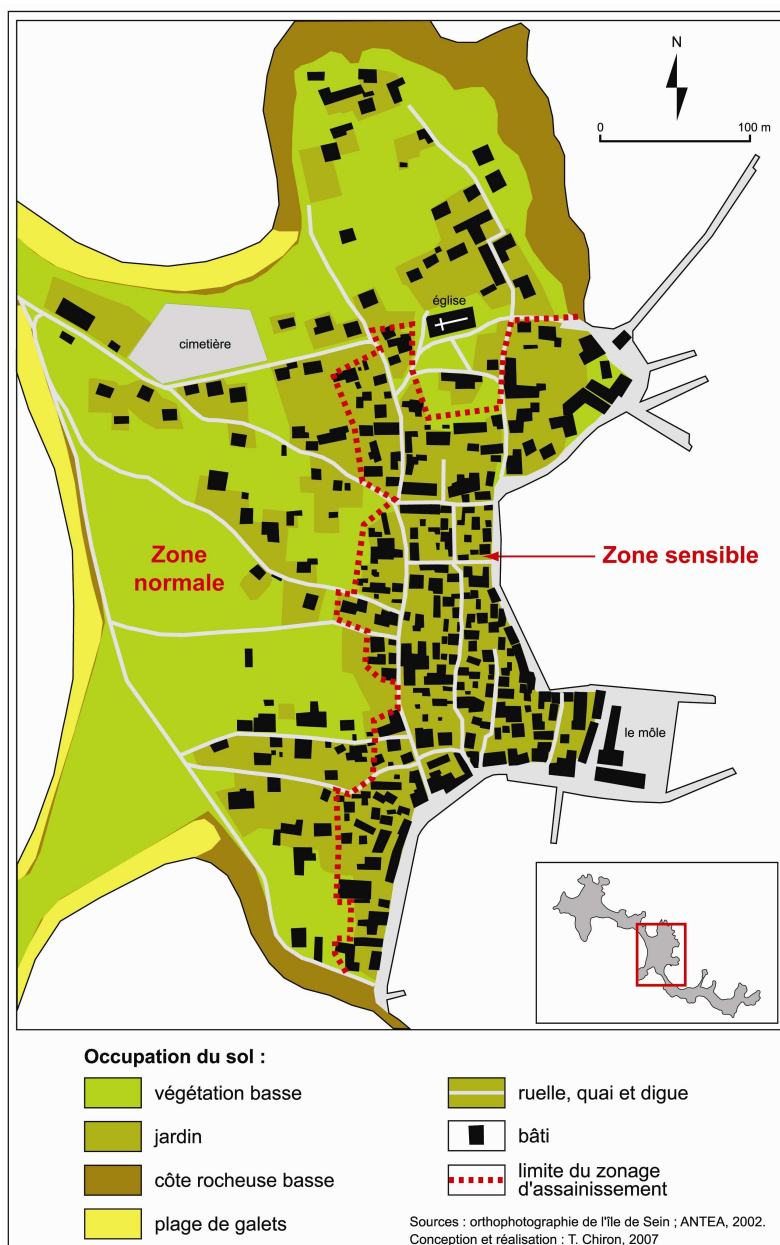
³²² Loi sur l'eau de 1992, art. 35.

³²³ Alidade, 2002.

³²⁴ Entretien avec P. Desjardins, Ingénieur à la D.D.A.F. du Finistère, à Quimper, le 21 mai 2003.

- l'une est dite sensible et correspond au bourg : elle nécessite une attention particulière à l'égard des restaurants et hôtels,
- l'autre est dite normale et correspond aux extensions d'urbanisme en périphérie immédiate du bourg ancien.

Figure 8.6 : Zonage d'assainissement non collectif de l'île de Sein.



Le cas molénais présente une contrainte supplémentaire : celle de la protection des captages d'eau dont la surface d'alimentation est partiellement urbanisée. Le risque d'une pollution de l'aquifère insulaire par les rejets d'eaux usées domestiques n'est pas négligeable : une défaillance chronique des systèmes autonomes d'assainissement pourrait engendrer une contamination des eaux brutes. La menace d'un tel scénario a pris tout son sens à la fin de l'été 2001 avec la décision de la D.D.A.S.S. d'arrêter les pompes : les analyses de qualité des eaux brutes révèlent une pollution fécale. Il semble cependant que son origine soit animale (excréments d'oiseaux et de lapins sur la surface de l'impluvium de l'ouest).

Si le consensus technico-économique valide la solution autonome pour les deux îles, la conformité des installations existantes risque de poser problème à cause de leur vétusté et de leur sous-dimensionnement. Les techniques préconisées (filtres à sable horizontaux ou verticaux, lits ou tranchées d'épandage notamment) requièrent des emprises au sol et des profondeurs non négligeables : les surfaces minimales sont de l'ordre d'une cinquantaine de mètres carrés pour des profondeurs oscillant entre 0,55 et 1,2 m, auxquelles il faut ajouter des contraintes de voisinage. Ces côtes ne peuvent être respectées dans les bourgs anciens et certains îliens parlent de problèmes d'humidité dans les maisons, humidité qui pourrait être due à la saturation des fosses toutes eaux et de leurs réseaux drainant sous-dimensionnés. Des alternatives techniques sont envisagées à l'instar de l'implantation de mini-systèmes collectifs : les eaux usées de plusieurs habitations et hôtels seraient collectées et traitées par un procédé commun. Ces techniques, conjuguées à des vidanges plus régulières des fosses septiques individuelles, devraient, selon les services déconcentrés de la D.D.A.F. et de la D.D.E., pérenniser un assainissement satisfaisant des îles.

2.2.3. La gestion des boues : un problème majeur ?

Dans le cas des assainissements autonomes des îles de Molène et Sein, l'étude Alidade préconise une vidange des fosses toutes eaux tous les quatre ans, complétée un diagnostic des installations. La mairie de Sein est déjà équipée d'une petite tonne à lisier de 3 m³ spécialement conçue pour passer dans les ruelles étroites du bourg. Mais la dernière difficulté repose sur le devenir des éluats de ces vidanges. Là, encore, des solutions plus ou moins viables sont proposées. Traditionnellement, leur rejet se fait en mer, avec ce que cela peut susciter comme atteinte à l'environnement marin. Il n'en demeure pas moins que les eaux marines autour de ces deux îles sont soumises de très forts courants dispersifs et au renouvellement semi-diurne de marées à marnage important : le potentiel de dilution est donc important... D'autres idées plus improbables sont également émises, comme le stockage des matériaux de vidange avant leur transfert par bateau vers une station de traitement du continent. Certes, l'abattement de la pollution serait sans doute appréciable, mais le coût de revient du transport maritime et la difficulté de trouver une station qui accepte ces volumes supplémentaires rendent un tel projet quasiment irréalisable. Des améliorations aux conditions de rejets en mer (allongement des conduites de rejet) seront donc éventuellement apportées. Finalement, l'étude de zonage n'apporte aucune solution « miracle » à la question de l'assainissement sur les îles de Molène et Sein ; elle aura tout au moins l'intérêt d'être opposable au tiers en cas de contentieux.

Pour les îles équipées de systèmes d'assainissement collectif, les boues issues des décantation et des traitements biologiques des eaux usées sont épandues sur des terrains agricoles (Batz, Groix et Belle-Île) ou sur des prairies ou friches pour les autres îles. En

France, l'épandage des boues est interdit sur des terrains affectés à des cultures maraîchères ou qui le seront dans un délai d'un an ; en revanche, il est autorisé sur les terres arables où elles sont enfouies par labour et sur les pâturages pour les boues ayant reçu un traitement approprié avec une mise à l'herbe possible au plus tôt 30 jours après l'épandage (Duchène, 1990). Les valeurs de production des boues sont calculées à titre indicatif pour quelques îles, afin d'estimer les surfaces d'épandage nécessaires à l'évacuation de ces boues. Ces surfaces sont déduites des concentrations de fertilisants – azote (N) et phosphore (P) totaux – qu'elles contiennent et qui sont fournies par la littérature technique (tab.8.8). Exprimée en masse de matière sèche (MS), la production unitaire de boues est de l'ordre de 40 g/j.E.H., conformément aux valeurs communément admises (*ibid.*) ; les concentrations en azote et phosphore totaux retenues ici sont de 5 %, conformément aux données considérées dans le cas groisillon.

Tableau 8.8 : Concentrations des fertilisants contenus dans les boues d'épuration d'eaux résiduaires urbaines.

<i>Paramètre</i>	<i>Concentration (% de masse de MS)</i>	<i>Apport agronomique (kg/ha/an)</i>
Azote total (N)	3-5	95
Phosphore total (P)	4-10	45

D'après Duchène, 1990.

Un dernier paramètre est nécessaire pour le calcul des tonnages de boues produites : celui de la charge hydraulique annuelle qui varie saisonnièrement. Des coefficients ont été appliqués à la charge nominale des stations de traitement des eaux usées, en adéquation avec l'allure moyenne de la courbe de consommation d'eau : la charge hydraulique est maximale (100 %) en juillet et août, elle est majorée à 65 % en avril, mai, juin et septembre, et en moyenne de 50 % le reste de l'année. Les surfaces d'épandage nécessaires représentent entre 1 % (Ouessant) et 7,5 % (Grande-Île) des superficies insulaires : la pression est d'autant plus forte sur les petites îles (Grande-Île, Houat et Hoëdic) qui disposent d'une réserve foncière moins importante (tab.8.9). Pourtant de taille similaire, l'île de Groix se distingue de Ouessant du fait d'une population permanente trois fois plus grande et d'une fréquentation touristique nettement plus forte. Mais le résultat majeur de ces estimations concerne les petites îles équipées de lagunage naturel, la fréquence recommandée des curages étant décennale, les tonnages à épandre et donc les surfaces nécessaires sont dix fois plus élevés. Il faudrait alors utiliser le tiers (Houat et Hoëdic) et même les trois quarts (Grande-Île) des superficies insulaires pour l'épandage des boues ! Totalement irréalisable, un tel scénario doit être repensé : premièrement, il convient d'étudier en détail les possibilités d'augmenter les volumes unitaires épandus ; de plus, les fréquences de curage peuvent être réduites à sept ans, réduisant de même les masses de boues accumulées de 30 %. Si les grandes îles disposent de réserves foncières suffisantes, la question de la gestion locale des boues est majeure dans la politique territoriale des plus petites îles.

**Tableau 8.9 : Estimation des surfaces et des fréquences
d'épandage des boues d'épuration sur certaines îles du Ponant.**

<i>Île</i>	<i>Production annuelle de boues (t/an de MS)</i>	<i>Surface d'épandage (en ha/an)</i>	<i>Part de la superficie totale (%)</i>	<i>Fréquence recommandée des vidanges*</i>
Grande-Île	3	4	7,5	1/10 ans
Ouessant	14	15	1,0	2/an
Groix	56	62	4,2	2/an et 1/10 ans
Belle-Île	126	140	1,6	1/10 ans
Houat	9,5	10	3,3	1/10 ans
Hoëdic	8,5	9	3,2	1/10 ans

* *
*

A l'exception du dessalement à l'île de Sein, les moyens de production d'eau potable insulaires sont finalement classiques. La récupération des eaux de pluie sur les îles de Sein et surtout Molène – point qui est développé dans le chapitre suivant – constitue cependant une seconde originalité dans les systèmes d'alimentation en eau, héritée cette fois des pratiques traditionnelles. Les filières de potabilisation sont néanmoins complexes pour les îles d'Ouessant, Groix et Belle-Île exploitant des ressources superficielles plus difficiles à traiter que les eaux souterraines. Si les capacités nominales de production sont surdimensionnées en comparaison des besoins de la population permanente, elles sont adaptées aux besoins de pointe estivaux, sauf à Belle-Île où la filière est obsolète. Par ailleurs, le point névralgique mis en exergue par les gestionnaires concerne les capacités de stockage de l'eau traitée : il y a un risque réel de rupture d'alimentation en cas d'incident sur le stock d'eau ou dans les procédés de traitement, particulièrement à Ouessant et Belle-Île où l'autonomie est inférieure à une journée de pointe. Les équipements d'assainissement, quant à eux, sont dans l'ensemble caractérisés par un bon compromis technico-économique et sont bien adaptés au contexte des petites collectivités insulaires.

Si « beaucoup de petites communes rurales ont encore un petit réseau qu'elles gèrent seules en régie directe, la majorité est regroupée en syndicats plus ou moins importants » (Barraqué, 1995). Isolées physiquement des communes continentales, et donc dans l'impossibilité de partager des infrastructures avec celles-ci, les îles ont-elles intégré ces dynamiques intercommunales afin de bénéficier de la rationalisation des dépenses ? Qu'en est-il des choix de gestion de leurs services d'eau ?

3. Modalités de gestion des services d'eau insulaires et prix de l'eau

3.1. Les modalités de gestion des services d'eau insulaires

3.1.1. Deux modes de gestion : la régie ou la délégation de service

Deux modes de gestion sont possibles pour les services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement : la gestion en régie ou la gestion déléguée. Dans le premier cas, la commune ou le groupement intercommunal assument directement la gestion de leurs services d'eau et en garde ainsi l'entière maîtrise. Dans le second cas, la commune ou le regroupement intercommunal concerné délègue leur service à une entreprise spécialisée, pour une durée donnée. « Le plus souvent ce n'est pas une idéologie libérale qui conduit à déléguer au secteur privé, mais la difficulté à faire face à de gros investissements pour la modernisation ou la réhabilitation des réseaux, notamment parce que la comptabilité publique n'a pas toujours pris l'habitude de faire des provisions pour le renouvellement des investissements » (Barraqué, 1995). Dans le secteur de l'eau potable, les services délégués concernent, en 2001, 65 % des communes et 75 % de la population totale desservie. Dans celui de l'assainissement, la gestion déléguée est moins présente puisqu'elle ne concerne que 50 % des collectivités pourvues de systèmes collectifs, l'autre moitié, principalement celles de moins de 2 000 habitants, gérant en régie ^(Ifen, 2001 et 2005). Les difficultés de traitement entraînent souvent les communes à se regrouper et/ou à confier la gestion des services d'eau à des délégataires compétents. Ceci explique sans peine que la gestion publique des services d'alimentation en eau potable soit préférée là où l'eau est majoritairement d'origine souterraine et donc plus facile à potabiliser : en Alsace, Lorraine, Champagne-Ardenne ou dans la région alpine ; la délégation de ces services est, en revanche, préférée dans les régions où l'eau est principalement d'origine superficielle, comme la Bretagne. Si l'organisation intercommunale est relativement répandue sur l'ensemble du territoire métropolitain, là, encore, elle semble privilégiée dans les départements où les eaux de surface représentent la ressource majoritairement exploitée.

Parmi les îles du Ponant, seules les plus petites îles de Molène et Sein, ainsi que les îles quartiers de Grande-Île et de Saint-Nicolas-des-Glénan, gèrent leurs services d'eau potable en régie. Toutes les autres ont choisi depuis longtemps la délégation de service en affermage, auprès de deux compagnies : la SAUR (Société d'Aménagement Urbain et Rural) et la Générale des Eaux ou la Compagnie des Eaux et de l'Ozone, filiales de Véolia Eau. Pour les îles en situation d'insularité hydraulique, la première municipalité qui délègue son service d'eau est celle de Le Palais en 1960³²⁵. La décision de confier à la SAUR la gérance du service d'eau est alors motivée par deux facteurs principaux : financiers tout d'abord, techniques ensuite :

« Des calculs rapidement effectués, il résulte que l'exploitation [du service d'eau] est largement déficitaire. D'autre part, la commune ne disposant pas de personnel suffisamment qualifié pour effectuer le traitement de l'eau dans les conditions requises, M. l'ingénieur en a suggéré la mise en gérance à partir du moment où fonctionnera le tout-à-

³²⁵ Conseil municipal de Le Palais, 11 février 1960.

l'égout de façon à confier, le cas échéant, les deux exploitations à la même entreprise »³²⁶.

Sur l'île de Groix, le Conseil municipal a délibéré en faveur d'un contrat d'affermage en faveur de la Compagnie des Eaux et de l'Ozone (CEO) en 1966, alors même que le projet d'un service de distribution d'eau à partir du barrage de Port-Melin n'est pas achevé³²⁷. L'année précédente, la mairie de Ouessant confie aux Ponts et Chaussées, déjà en charge des voies communales et des chemins ruraux, la gestion de la station de potabilisation, arguant que « le fonctionnement du réseau de distribution d'eau potable requiert une attention soutenue et une qualification particulière, notamment en ce qui concerne la station de traitement des eaux »³²⁸. Plus de vingt ans plus tard, en 1986, la municipalité charge la C.E.O. du contrôle de la production, l'exploitation *in situ* restant du ressort des fontainiers de la Direction Départementale de l'Équipement (D.D.E.)³²⁹. Mais, l'année suivante, coup de théâtre : excédés par la difficulté de potabilisation des eaux brutes et « harcelés » par les dérangements constants des abonnés mécontents de la qualité de l'eau distribuée, les fontainiers démissionnent au mois de mars. En conséquence, le Conseil municipal confie l'affermage de la globalité du service à la C.E.O.³³⁰. Sur l'île de Houat, l'installation de l'usine de production d'eau par dessalement de l'eau de mer en 1971 prévoyait que l'exploitation soit confiée au SIVOM d'Auray-Belz-Quiberon après sept ans de fonctionnement : elle est alors sous-traitée à la société SOCEA, aujourd'hui intégrée au groupe SOGEA Construction (Dupeux et Le Menn, 1977). Par la suite, la gestion du service d'eau de l'île – tout comme celui de sa voisine Hoëdic – sera déléguée à la SAUR.

Le choix de la plupart des communes insulaires de déléguer la gestion de leur service d'eau est clairement justifié compte tenu de leur incapacité technique à assurer le bon fonctionnement de la production et de la distribution d'eau. En effet, si la régie peut être préférée pour son contrôle direct des services – notamment la maîtrise des coûts de fonctionnement, la gestion déléguée apparaît, quant à elle, plus adaptée lorsqu'il s'agit de maîtriser des technologies complexes requérant un savoir-faire professionnel. Ceci est particulièrement vrai pour les îles de Belle-Île, Ouessant et Groix qui ont développé leurs potentiels hydrologiques superficiels : compte tenu de la qualité des eaux brutes, généralement très chargées en matière organique, voire en manganèse et fer, les filières de potabilisation sont composées d'étages secondaires recourant souvent à des procédés physico-chimiques de coagulation-floculation et de décantation dont la mise en œuvre requiert un personnel qualifié. Les eaux souterraines nécessitant des procédés de traitement qui peuvent se résumer à de « simples » filtrations, la délégation de service peut être moins justifiée. La municipalité molénaise gère ainsi sa production d'eau potable en régie, alors que celles de Houat et Hoëdic, intégrées au SIVOM d'Auray-Belz-Quiberon, sont en délégation de service.

Que ce soit à l'échelle nationale ou internationale, le débat démocratique sur la question de l'eau potable et de son prix est de plus en plus vif, au point qu'il mérite une courte digression. Les médias relaient désormais le travail des associations de consommateurs/usagers qui dénoncent les pratiques opaques des sociétés délégataires. Transparence et compétitivité ne sont pas de vains principes face à un marché de l'eau

³²⁶ Conseil municipal de Le Palais, 24 octobre 1959.

³²⁷ Conseil municipal de Groix, 2 mai 1966.

³²⁸ Conseil municipal de Ouessant, 28 novembre 1965.

³²⁹ Conseil municipal de Ouessant, 28 octobre 1986.

³³⁰ Conseil municipal de Ouessant, 8 avril 1987.

français faisant figure de véritable modèle industriel (Lorrain, 1990) qui dépend quasi exclusivement des « trois sœurs » (Laimé, 2003) : Véolia (Générale des Eaux), Suez-Ondeo (Lyonnaise des Eaux), et SAUR. Un article du *Canard Enchaîné* du mercredi 13 décembre 2006 – « Le lobby de l'eau bientôt au régime sec ? » – revient sur ces « affaires de l'eau » nationales nées des grandes disparités territoriales et de l'augmentation du prix du m³ : les bénéfices « ruisselants » de ces « marchands d'eau » irritent les consommateurs qui estiment que l'eau qu'ils consomment est trop chère. Depuis les années 1990, le législateur est intervenu à plusieurs reprises, avec les lois Sapin³³¹, Barnier³³² et Mazeaud³³³, afin de rendre plus transparent ce marché de l'eau. Alors, le prix de l'eau est-il trop élevé ? Les professionnels de l'eau veulent-ils les collectivités et, de fait, les usagers des services d'eau qu'ils gèrent en vendant l'eau qu'ils produisent ? Si les abus doivent être divulgués – et justement condamnés, il convient de repréciser certaines réalités relatives au monde des professionnels de l'eau potable et de l'assainissement, en n'oubliant pas d'incriminer le citoyen consommateur. L'adduction, le traitement et la distribution de l'eau potable requièrent des infrastructures spécifiques et un personnel qualifié qui font aujourd'hui de ce produit jadis gratuit une marchandise à haute valeur ajoutée ! En outre, pour nos sociétés dites occidentales, la disponibilité aux robinets domestiques d'une eau de très grande qualité et en quantité illimitée n'est plus un droit mais bien une exigence consumériste. C'est, en effet, le citoyen usager qui exige une qualité irréprochable de l'eau du robinet et ne supporte pas un léger goût de chlore ou pire, que cette eau qu'il consomme contienne ne serait-ce que quelques – inoffensifs – milligrammes de nitrates par litre. C'est bien le citoyen usager qui gaspille à tout va l'eau du robinet : 150 litres par jour et par personne en France ! Et c'est encore le citoyen usager qui « râle » en cas d'interruption de la distribution ou de pénurie d'eau. Il ne faut donc pas oublier qu'historiquement c'est l'aspiration générale au confort domestique et la faible cherté de l'eau qui ont mené à cette situation presque ubuesque.

A travers l'évolution des services d'eau sur les îles du Ponant, c'est toute l'histoire de l'eau de nos pays riches qui est finalement résumée. En 2007, les municipalités insulaires ayant opté pour la délégation de leurs services étaient restées fidèles à leurs sociétés délégataires originelles. Il convient de souligner qu'il existe une relation de confiance qui s'installe durablement entre élus, techniciens et ingénieurs de ces sociétés. En outre, les épisodes de pénurie que les îles ont pu connaître – et très récemment celle de 2005 à Belle-Île – constituent des événements qui, s'ils éprouvent les infrastructures, renforcent l'importance du savoir-faire des délégataires tant leur réactivité technique est alors testée sur ces territoires singuliers.

³³¹ La loi n° 93-122 du 29 janvier 1993, dite Loi Sapin, relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques a permis de corriger certains dysfonctionnements en précisant notamment les procédures de consultations pour les délégations de services publics. La mise en concurrence des entreprises est rendue obligatoire.

³³² La loi n° 95-101 du 2 février 1995, dite Loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement, institue l'obligation d'un rapport annuel sur le prix et la qualité des services d'eau et d'assainissement (art. 73), fixe la durée des délégations de service public (art. 75), interdisant les droits d'entrée (art.76) et introduisant la responsabilité des personnes morales (art. 81).

³³³ La loi n° 95-127 du 8 février 1995, dite Loi Mazeaud, relative aux marchés publics et délégations de service public prévoit la remise d'un rapport par le délégataire qui doit comporter les comptes retraçant la totalité des opérations afférentes à l'exécution de la délégation et une analyse de la qualité du service. Ce rapport doit être assorti d'une annexe permettant à l'autorité délégante d'apprécier les conditions d'exécution du service public.

3.1.2. L'intégration des îles dans les structures intercommunales et départementales

Si « beaucoup de petites communes rurales ont encore un petit réseau qu'elles gèrent seules en régie directe, [...] la majorité est regroupée en syndicats plus ou moins importants » (Barraqué, 1995). Sur les îles bretonnes, la première structure intercommunale avec une compétence « eau » est créée à Belle-Île en 1961. Celle-ci constitue un cas singulier puisqu'elle est actuellement la seule île du Ponant composée de plusieurs communes. C'est justement l'extension des réseaux d'alimentation en eau potable de Le Palais aux trois autres communes de l'île qui justifie, en 1961, la création du Syndicat Intercommunal pour l'Alimentation et Eau Potable de Belle-Île (S.I.A.E.P. de Belle-Île) :

« M. le Maire [de Locmaria] expose que le service du génie rural a procédé à une étude pour l'alimentation en eau potable de l'île à partir du barrage de *Bordilla*. Il fait ressortir les avantages que présente pour la commune et les communes avoisinantes la réalisation de ce service d'eau : possibilité de cultures et d'élevage, développement de la construction et du tourisme. Il précise ensuite que l'objet et le règlement du Syndicat sont les suivants :

1°. Le syndicat de communes a pour objet l'étude du projet d'adduction d'eau potable et la réalisation des travaux. Il prend le nom de Syndicat Intercommunal pour l'alimentation et eau potable de Belle-Île.

[...].

6°. Le Syndicat est chargé d'assurer les recherches hydrogéologiques, de déterminer le choix du ou des points d'eau les plus favorables, de fixer la consistance des ouvrages, de déterminer le tracé du réseau, de préparer toutes études nécessaires, de procéder aux enquêtes administratives exigées, de déterminer le financement des dépenses relatives aux travaux et d'assurer l'exploitation du réseau »³³⁴.

Les compétences intercommunale en matière d'aménagement hydraulique intègrent l'ensemble des prérogatives de maîtrise d'ouvrage : celles-ci incombant aux municipalités, l'intercommunalité permet de rationaliser l'effort financier et technique. Le SIAEP sera redéfini en syndicat à vocation multiple (SIVOM) après qu'il a pris la compétence assainissement suite au transfert du service assainissement de Le Palais au 1^{er} janvier 1972. La maîtrise d'ouvrage du programme d'assainissement du bourg de Locmaria lui sera confiée en 1977, le Conseil municipal souhaitant, « compte tenu des conditions lamentables d'hygiène du bourg, qu'une partie des travaux soit entreprise au plus tôt, et en tout état de cause pour la saison 1978 »³³⁵. Cette délibération fait écho aux décisions prises sur l'île de Noirmoutier à cette même époque, laquelle doit « supporter les nuisances du tourisme dans un gigantesque et nécessaire programme d'assainissement de l'île » (Cheize, 1980). Ses quatre communes se regroupent en SIVOM pour une réalisation rapide du réseau d'assainissement qui doit être achevé en 1985 (Balseinte, 1980). Paradoxalement, ces équipements rendus nécessaires par la fréquentation touristique croissante induisent des investissements énormes qui « ne peuvent être rentabilisés que si le tourisme continue à se développer » (Cheize, 1980).

³³⁴ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 5 février 1961.

³³⁵ Délibération du Conseil municipal de Locmaria, 24 novembre 1977.

Pour les autres communes insulaires, l'intégration à des structures intercommunales continentales n'est pas simple pour des raisons techniques et financières évidentes. L'insularité induit des surcoûts et des contraintes d'exploitation supplémentaires qui peuvent rendre réticentes les communes continentales. A l'inverse, l'intercommunalité doit permettre aux communes insulaires d'externaliser une partie de ces surcoûts et de bénéficier de politiques d'aide structurelle plus avantageuse. Ce fut le cas de l'île de Houat pour l'exploitation de son usine de dessalement dans les années 1970 : elle adhéra au SIVOM de Quiberon qui « dispensera la commune de faire par elle-même la gestion de la distribution d'eau aux abonnés et permettra de faire plus facilement bénéficier Houat de subventions »³³⁶. Ainsi, les coopérations intercommunales constituées ou amenées à l'être relèvent généralement de choix pratiques, voire politiques (Pinard et Jean, 2000). Les décisions récentes prises en matière d'aménagement du territoire (soutien particulier aux regroupements de communes, émergence des Pays, nouvelles conditions de négociations des contrats de plan...), conjuguées à des réalités pratiques lourdes comme le traitement des déchets, obligent les îles à s'intégrer de plus en plus aux structures intercommunales continentales. Selon la taille et l'éloignement du continent, les îles du Ponant s'investissent différemment dans ces formes de coopération. En matière d'eau potable et d'assainissement, seules les îles de la mer d'Iroise (Ouessant, Molène et Sein) n'ont pas intégré de structures intercommunales. En revanche, les îles reliées par canalisation sous-marine aux réseaux d'adduction continentaux le sont « naturellement » puisqu'elles constituent finalement des communes rurales classiques du strict point de vue hydraulique. Quant aux communes insulaires du département du Morbihan qui ont conservé leur insularité hydraulique, Groix, Houat et Hoëdic, leur proximité naturelle avec le continent (ports d'embarquement, zone de chalands, relations personnelles) a fait que ces rapprochements ont été inéluctables. Pour autant et au-delà de la solidarité financière utile et nécessaire qui s'exerce au sein de ces structures, l'insularité y est-elle prise en compte dans toute sa dimension ? Rien ne semble moins sûr, sinon qu'elle est mise en valeur à travers la promotion touristique puisque, dans toutes ces régions de périphérie maritime, c'est un axe de développement majeur (Pinard et Jean, 2000).

L'intercommunalité est une nouvelle échelle administrative dans la construction des territoires : le poids politique des petites îles côtières françaises n'étant pas en mesure d'affecter les pouvoirs étatiques, celles-ci ont tout intérêt à intégrer ces structures coopératives locales. Pour autant, si les réformes de décentralisation désengagent progressivement l'Etat au profit des régions et des départements dans le traitement des questions de proximité, cela ne devrait pas perturber outre mesure des communes insulaires familières de ces interlocuteurs privilégiés en matière d'aménagement et d'équipement. Quant à l'Association des Îles du Ponant, elle continuera sa mission de faire-valoir des spécificités insulaires, peut-être moins financière qu'informatrice³³⁷. En ce qui concerne la gestion de l'eau, la répartition des compétences aux différentes échelles territoriales problématise la responsabilité de l'Etat vis-à-vis des engagements européens : celui-ci est effectivement responsable des manquements aux obligations des directives européennes alors que la majeure partie de la gestion de l'eau est entre les mains des collectivités territoriales. Le grand projet de décentralisation risque d'accentuer ce décalage : des solutions devront être trouvées, le rôle des collectivités pourrait s'étendre. La réflexion est lancée : « La solution est-elle à rechercher vers une collectivité maître

³³⁶ *Brèves informations municipales* de l'île de Houat, 31 mai 1969.

³³⁷ Entretien avec P.-P. Jean, Directeur de l'Association des Îles du Ponant, à Auray, le 14 avril 2003.

d'ouvrage, issue d'une intercommunalité existante, agissant comme « chef de file » et chargée de coordonner l'élaboration et le suivi de la politique de l'eau pour un ensemble de « masses d'eau » dont elle serait responsable ? » (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2003).

3.2. La délicate question du prix de l'eau

3.2.1. Quand l'eau devient un bien marchand

La première référence historique relative à la marchandisation de l'eau douce sur les îles étudiées concerne l'île de Sein, en 1900³³⁸ :

« Le Conseil municipal, considérant que:

- la citerne communale est en mauvais état,
- des réparations annuelles y sont nécessaires,
- l'eau, si rare pourtant à l'île de Sein, est journellement gaspillée,
- le budget de la commune est insuffisant,

décide qu'il y a lieu d'établir un droit sur l'eau de la citerne municipale et charge Monsieur le Maire de s'entendre à cet effet avec l'autorité supérieure ».

Bien que cette délibération n'ait pas été approuvée, elle illustre combien la charge économique de la gestion de l'eau est problématique pour une collectivité dépourvue de ressources financières importantes. Ce droit sur l'eau voulu par les élus sénans apparaît comme un moyen de financer les équipements hydrauliques : ils veulent appliquer ce qui deviendra le principe du financement de l'eau par l'eau. En outre, ils espèrent vraisemblablement limiter les consommations, voire les gaspillages, en rationalisant financièrement les usages domestiques. La question de la cherté de l'eau se reposera en 1925, alors que la municipalité sénane décide de rouvrir la citerne municipale après qu'elle a été réparée, et ce afin de « parer à une pénurie d'eau ». La commune propose de nommer un gardien chargé de distribuer l'eau aux habitants à des heures fixées : pour faire face aux dépenses occasionnées, elle fixe à 10 centimes le prix du seau d'eau, soit l'équivalent de 7,1 €₂₀₀₅ pour dix litres environ. Il s'agit d'une somme importante affectée pour moitié à la rémunération du gardien et pour l'autre moitié à la commune qui veut ainsi couvrir les dépenses engagées. Une telle décision ne fait évidemment pas l'unanimité, ni chez les îliens ni auprès des autorités : une personne de l'île s'oppose à ce principe et la préfecture émet l'ordre de distribuer gratuitement l'eau. Le conseil prie pourtant cette dernière de bien vouloir adopter la délibération ou s'ensuivra la démission du gardien et va même jusqu'à menacer de démolir la citerne et la pompe³³⁹. Ce chantage incongru ne changera rien : l'eau restera gratuite.

Sur l'île de Molène, où l'eau est également rare, la question s'avère d'autant plus sensible pendant la période estivale : le manque de précipitations, conjugué à la fréquentation de populations exogènes de pêcheurs et de goémoniers exacerbe, la pression sur la ressource hydrique. Durant la sécheresse et la pénurie d'eau de 1921, une délibération du Conseil municipal « exige que les goémoniers et les ménages cotisent pour l'eau ». Une souscription est ouverte sur l'île pour payer les travaux de remise en

³³⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 3 juin 1900.

³³⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 28 juin 1925.

état des citernes des Anglais et de l'abri du Marin et entretenir le puits Saint-Ronan³⁴⁰. En 1927, c'est une taxe sur l'eau qui est instaurée sur l'île de Groix afin de réglementer l'utilisation de la prise d'eau sur le quai de Port-Tudy :

« Les bateaux qui seront armés à Groix seront assujettis à une taxe d'abonnement annuel de 20 francs ; pour les bateaux non abonnés, une taxe de 5 francs à chaque fois qu'ils s'en approvisionnent ; une taxe de 5 francs par mois à toute personne prenant au moins une tonne d'eau par semaine »³⁴¹.

Sur les trois îles de Molène, Sein et Groix, la dimension économique de l'eau s'impose précocement à cause de la faiblesse générale de leurs ressources budgétaires, les obligeant à vouloir faire payer l'eau pour subventionner les travaux d'adduction et pour rationaliser les consommations. Si, dans un premier temps, la gratuité de l'eau ne saurait être remise en question par les autorités étatiques – en l'occurrence les préfetures, sa marchandisation devient inéluctable alors que les réseaux de distribution domestique sont installés sur les îles : il est alors question d'abonnement et de facturation de l'eau au prorata de sa consommation.

Un autre épisode historique de la gestion économique de l'eau mérite d'être rappelé : il concerne Le Palais au début du XX^e siècle et fait finalement référence au principe pollueur-payeur. Un conseiller municipal signalait, dès 1885³⁴², l'état de malpropreté du ruisseau de la Saline, situation qui fera l'objet de plusieurs délibérations dénonçant ce ruisseau comme étant « une cause d'infection pour tout ce quartier » à cause « des eaux provenant des usines situées aux alentours qui croupissent et répandent une odeur infecte et insupportable »³⁴³. Au début des années 1900, un contentieux oppose ainsi la municipalité, d'une part, au propriétaire et au locataire des bâtiments de l'usine Saupiquet, d'autre part, lesquels paieront une part contributive aux travaux d'assainissement du ruisseau de *La Saline*, travaux qui se limiteront à le couvrir³⁴⁴.

3.2.2. Les premières facturations de l'eau potable

La première municipalité insulaire parmi les îles étudiées qui facture l'eau potable est celle de Le Palais, à Belle-Île. Une délibération du 26 mai 1946 fixe à 6 m³ le minimum de la consommation trimestrielle par abonné et porte à 15 francs le prix du m³ d'eau : l'abonnement forfaitaire annuel est ainsi de 60 francs pour une consommation de 24 m³. Un tarif dégressif est appliqué selon les tranches de consommation : 10 francs entre 80 et 100 m³, 8 francs au-delà. La cherté de l'eau n'est pas sans susciter des réclamations de la part des « indigents » : le Conseil municipal fait état de « réclamations émanant d'abonnés au service d'eau de situation peu aisée et vivant seuls. Ces personnes trouvent exagérée la consommation minimale exigée fixée à 6 m³ par trimestre par famille ». Le minimum de consommation trimestrielle pour cette catégorie est abaissé à 3 m³ et le prix du m³ ramené à 14 francs au lieu de 15³⁴⁵. Le prix de l'eau ne cessera d'augmenter entre 1946 et 1960 : il est ainsi porté à 100 francs en 1960, soit une inflation de plus de 550 % en 15 ans ! Le Conseil municipal justifie cette augmentation par « les

³⁴⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 19 juin 1921.

³⁴¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 15 mai 1927.

³⁴² Délibération du Conseil municipal de l'île de Le Palais, 11 août 1885.

³⁴³ Délibération du Conseil municipal de l'île de Le Palais, 12 mai 1888.

³⁴⁴ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 10 août 1904.

³⁴⁵ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 5 janvier 1947.

charges sans cesse croissantes de l'exploitation du service d'eau par suite de l'augmentation du traitement de l'agent, du prix des ingrédients nécessaires au traitement de l'eau, du courant électrique, de l'entretien du réseau de canalisations »³⁴⁶.

Sur les autres îles, les délibérations municipales sur le prix de l'eau datent des années 1960, alors qu'elles s'équipent à leur tour de réseaux de distribution d'eau domestique. Sur les trois grandes îles, Ouessant, Groix et Belle-Île, la facturation comprend un abonnement forfaitaire qui inclut une consommation annuelle de 30 m³, des tranches tarifaires étant appliquées pour les mètres cubes supplémentaires (tab.8.10). D'importantes disparités du prix de l'eau apparaissent déjà : l'abonnement est ainsi deux fois plus cher à Ouessant qu'à Belle-Île, tout comme le prix de l'eau ; l'abonnement forfaitaire est, quant à lui, deux fois et demi plus élevé à Groix qu'à Belle-Île. Dans une délibération de 1974, le Conseil municipal de l'île de Groix décide d'adopter les barèmes départementaux pour les tarifs de l'eau : si l'abonnement forfaitaire de 30 m³ annuels est sensiblement réévalué à 160 francs, c'est surtout le prix du m³ supplémentaire qui subit une forte hausse en passant de 1,5 à 2,5 francs³⁴⁷. A cette même époque, les élus sénars adoptent également un système de tarification de l'eau prise à la citerne municipale, afin de couvrir les dépenses occasionnées par le transfert et la distribution d'eau sur l'île : « Il est normal que les îliens participent financièrement aux frais occasionnés par le transfert et la distribution d'eau sur l'île. [...] Le Conseil municipal fixe à 5 francs le prix du m³, pour les personnes prenant une quantité importante. Cette participation permettra de payer une partie des frais de transport. Le tarif sera modifié pour 1974 »³⁴⁸.

Tableau 8.10 : Prix de l'eau sur les trois plus grandes îles du Ponant dans les années 1960 (en francs courants).

<i>Île</i>	<i>Forfait annuel (30 m³)</i>	<i>Coût du m³ supplémentaire (1^{ère} tranche*)</i>
Belle-Île ³⁴⁹	60	1
Ouessant ³⁵⁰	120	2
Groix ³⁵¹	150	1,5

* consommation annuelle comprise entre 30 et 100 m³.

3.2.3. L'eau est-elle plus chère sur les îles ?

La question du prix de l'eau est très sensible, tant socialement que politiquement. Les moyens de production et d'alimentation mis en œuvre, fonctions de la qualité et de la quantité de la ressource disponible, induisent de grandes disparités du prix du m³ d'eau vendu : dans le respect du développement durable résolulement – au moins dans les textes – adopté par les politiques gestionnaires européenne et française, l'eau doit être facturée à son coût économique. La variation de son prix se justifie par la qualité de la ressource, « le coût de production est, de surcroît, forcément différent d'une région à l'autre, en

³⁴⁶ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 24 avril 1959.

³⁴⁷ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 16 octobre 1974.

³⁴⁸ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 10 novembre 1973.

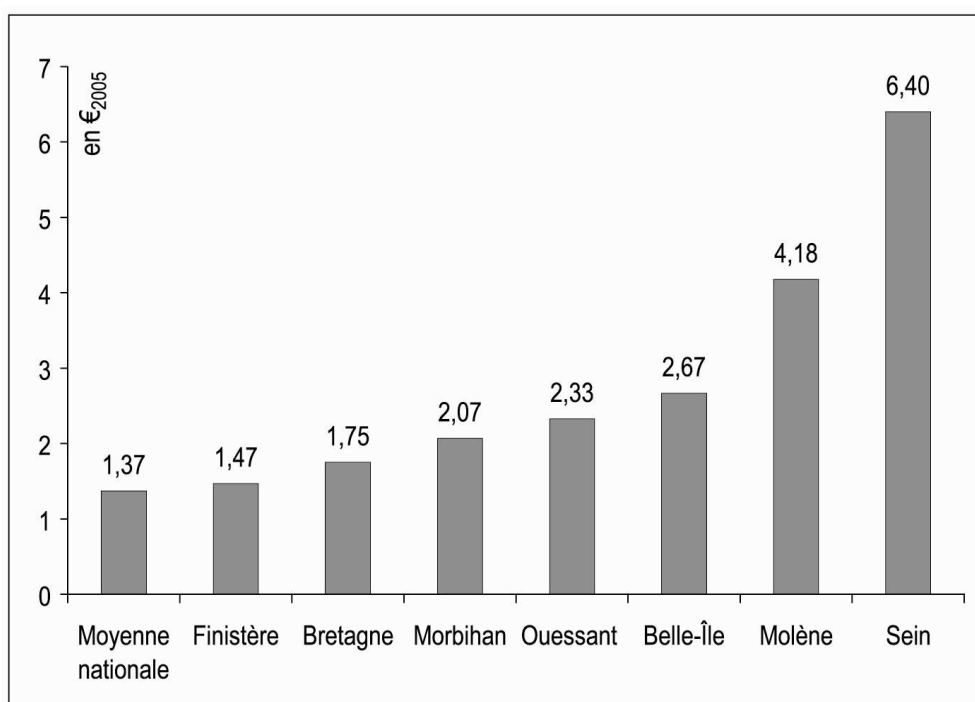
³⁴⁹ Délibération du Conseil municipal de Le Palais, 11 février 1960.

³⁵⁰ Délibération du Conseil municipal de Ouessant, 28 février 1965.

³⁵¹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Groix, 18 septembre 1967.

fonction de l'importance des ressources locales et de la variation des coûts d'exploitation » (Roussel, 1998). Ainsi, si le prix moyen de l'eau en France était de 2,71 € Toutes Taxes Comprises (TTC) en 2001 – eau potable et assainissement compris, toutes communes confondues³⁵², il existe une différence très nette entre les communes qui disposent d'un assainissement collectif et celles n'en ayant pas. Pour les premières, le prix moyen est de 2,79 €/m³, contre 1,49 €/m³ pour les secondes, et la part de la facture relative à l'assainissement représente 51 % du montant total³⁵³. Par ailleurs, entre 1998 et 2001, le prix de l'eau a augmenté en moyenne de 7 % à l'échelle nationale, soit près de deux fois plus vite que l'indice des prix à la consommation, notamment sous l'influence de la part assainissement : 10 % d'augmentation pour cette part, contre à peine 5 % pour la part eau potable (Ifen, 2005). De plus, l'eau est généralement moins chère dans les communes en régie : 2,05 €/m³ en moyenne contre 2,99 €/m³ en gestion intercommunale ou mixte et privée, assainissement collectif inclus. Le prix de l'eau est moins élevé dans les régions où l'eau potable est d'origine majoritairement souterraine, comme en Alsace, Champagne-Ardenne, Picardie, où la part des eaux souterraines représente 80 % des volumes produits. *A contrario*, l'eau est la plus chère en Bretagne, où la ressource hydrogéologique ne représente que 11 % des volumes produits et n'alimente que 20 % des communes (*ibid.*). Ces résultats sont cohérents : la qualité des eaux brutes superficielles est moins bonne que celle des eaux souterraines car plus exposées aux pollutions et dégradations d'origine diverse : la production d'une eau répondant aux normes de qualité réglementaire nécessite alors des traitements sophistiqués dans plus d'un tiers des communes bretonnes. Les coûts d'investissements et ceux surtout de fonctionnement sont plus onéreux – monitoring, réactifs, maintenance, etc., induisant un coût de revient de l'eau plus élevé.

Figure 8.7 : Le prix de l'eau potable sur les îles en 2005³⁵³.



³⁵² Enquête eau de l'Ifen (Institut Français de l'Environnement) et du SCEES (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du Ministère de l'Agriculture).

³⁵³ Prix moyen du m³ calculé sur la base d'une consommation de 120 m³ annuels, incluant abonnement, location de compteur, consommation d'eau, taxes et redevances.

En ce qui concerne les îles, le prix de l'eau est aussi très variable, passant du simple au triple (fig.8.7). De manière générale, l'eau y est effectivement plus chère que sur le continent. Les îles du Morbihan qui, à l'instar de Belle-Île, bénéficient de la péréquation départementale des prix, ainsi que l'île d'Ouessant, affichent des prix de l'eau sensiblement supérieurs aux moyennes départementales et régionales. C'est à Molène et surtout à Sein que l'eau est réellement plus chère : la gestion en régie de leurs services d'eau ne permet pas d'économie d'échelle et l'ensemble des charges de production sont supportées par les communes qui, pour équilibrer leur budget eau, doivent vendre une eau chère. Par ailleurs, les faibles volumes annuels moyens consommés par les abonnés pourraient indiquer, en plus des pratiques traditionnelles de récupération des eaux de pluie et des comportements économes, un levier économique d'incitation à des consommations raisonnées. Ce point est d'ailleurs souligné par les Sénéans interviewés.

3.3. La cherté de l'eau dessalée : les cas houatais et sénéans

3.3.1. L'intégration de l'investissement

« Desalted water even if it is produced by free, e.g. solar or wind energy, technology which is still expensive, is an industrial product the cost of which depends on fixed charges and operating costs. To stipulate an economic price is essential for poor small communities lacking fresh water »³⁵⁴ (Belessiotis et Delyannis, 2001). Le premier facteur primordial dans l'étude de faisabilité d'une unité de dessalement est celle de l'intégration de l'investissement (Avlonitis, 2002), lequel est justement d'autant plus important pour les petites communautés. E. Manoli *et al.* (2004) proposent à ce titre une grille tarifaire relative à cet investissement selon la capacité de production de l'unité de dessalement (tab.8.11).

Tableau 8.11 : Valeurs référence du coût en investissement pour une unité de dessalement.

<i>Type d'unité de dessalement (capacité nominale)</i>	<i>Investissement en capital (€/m³.j)*</i>
Petite (< 5 000 m ³ /j)	1 298
Moyenne (< 15 000 m ³ /j)	1 125
Grande (> 15 000 m ³ /j)	952

D'après Manoli *et al.*, 2004.

* : valeur actualisée en 2005.

En 1972, l'investissement de la première usine civile de dessalement française, installée sur l'île de Houat, s'élève à 2 240 000 FTTC, soit près de 1 795 530 €₂₀₀₅ pour

³⁵⁴ Même si elle est produite à partir d'énergie libre, solaire ou éolienne – technologie qui est toujours onéreuse, l'eau dessalée est un produit industriel dont le prix dépend de charges fixes et des coûts de fonctionnement. Diagnostiquer le coût économique est essentiel pour les petites collectivités pauvres et manquant d'eau.

une capacité de production de 50 m³/j (Patturel, 1972). Ces chiffres portent le capital investi à des niveaux très élevés puisque ce dernier atteint 35 900 €₂₀₀₅/m³.j, soit 27 fois plus que la valeur de référence indiquée par E. Manoli *et al.* (2004) pour les petites unités (tab.8.11 et 8.12) ! Cependant, la faible capacité nominale de l'osmoseur houatais ne permet pas de rationaliser l'investissement ; de plus, le *process* ne bénéficiait pas encore des améliorations technologiques des dernières années.

En ce qui concerne l'île de Sein, quatre unités de dessalement y ont été installées, mais ce sont les deux dernières, mises en service en 1997 et 2002, qui assurent aujourd'hui la production d'eau dessalée. En particulier, l'osmoseur offre une technologie nettement moins onéreuse en investissements comparativement à l'unité houataise et aux autres technologies expérimentées auparavant par la municipalité sennaise : le capital investi est divisé par plus de cinq par rapport aux unités à compression de vapeur, par près de dix comparativement à la distillation, et est vingt-deux fois moins élevé qu'à Houat (tab.8.12). Les quelque 1 632 €₂₀₀₅/m³.j nécessaires pour l'installation de l'osmoseur sont d'ailleurs conformes aux chiffres avancés par E. Manoli *et al.* (2004) pour les petites unités. Cette correspondance est d'autant plus remarquable qu'il s'agit à Sein d'une très petite unité puisque sa production nominale n'est que de 75 m³/j.

Tableau 8.12 : Investissement pour les unités de dessalement sur les îles de Houat et Sein.

<i>Île</i>	<i>Année d'installation</i>	<i>Procédé de dessalement</i>	<i>Capacité nominale (m³/j)</i>	<i>Investissement (€₂₀₀₅)</i>	<i>Capital investi (€₂₀₀₅/m³.j)</i>
Houat	1972	Osmose inverse	50	1 795 530	35 900
Sein	1976	Distillation multi-étagée	50	731 200	14 625
	1987	Compression mécanique de vapeur	50	427 470	8 550
	1997	Compression mécanique de vapeur	50	478 080	9 560
	2002	Osmose inverse	75	122 380	1 632

Sources : Houat : Patturel, 1972 ; Sein : délibérations du Conseil municipal.

3.3.2. Le prix de revient de l'eau dessalée

Bénéficiant de politiques de subvention publique favorable aux investissements, le paramètre le plus souvent discuté quant au dessalement de l'eau de mer reste le coût de production d'eau potable qui intéresse directement les équilibres budgétaires communaux. Le prix de revient de l'eau dessalée intègre les paramètres suivants (Avlonitis, 2002) :

- l'énergie,
- la maintenance,
- les produits chimiques,
- la main-d'œuvre,
- le remplacement des filtres et membranes.

Le coût de main-d'œuvre représente en moyenne 30 % du prix de revient de l'eau. La présence de personnel qualifié pour l'exploitation des unités de désalinisation s'avère d'ailleurs problématique en régions isolées, sur les petites îles tout particulièrement. La seconde difficulté majeure concerne l'énergie (fiabilité du réseau et consommation) : au cours des dernières années, elle a trouvé des réponses convaincantes avec l'optimisation des rendements énergétiques sur les unités de dessalement par osmose inverse notamment : « The economics of seawater desalting using reverse osmosis technology have been continuously improving with a reduction of product water cost as a result of lower investment costs and decreased power consumption »³⁵⁵ (Wilf et Klinko, 2001). S.-A. Avlonitis (2002) évoque à ce sujet une valeur de référence de l'ordre de 2,4 kWh/m³.

En 1972, la consommation énergétique de l'usine de dessalement par osmose inverse de l'île de Houat est cinq fois plus élevée : 13 kWh/m³. Pourtant, la consommation énergétique est loin de mobiliser la plus grande part des dépenses en fonctionnement puisqu'elle n'impute qu'à hauteur de 9 % le prévisionnel total. Au contraire, ce sont la main d'œuvre, l'entretien et le renouvellement des pièces qui grèvent considérablement celui-ci : ils concentrent, à eux seuls, 89 % des charges de production d'eau dessalée, avec respectivement 36 % et 53 % (tab.8.13). Ces 36 % du prix de revient de l'eau sont conformes aux chiffres avancés par S.A. Avlonitis (2002), quelque trente ans plus tard, témoignant de l'incompressibilité de ces charges d'exploitation. Au final, le coût actualisé en 2005 de production du mètre cube atteint 11,4 €₂₀₀₅ (Patturel, 1972) ! En 1986, la cherté de l'eau produite a justifié les recherches d'eaux souterraines dont l'objectif était « d'obtenir une eau douce et un débit suffisant pour supprimer l'usine de dessalement trop coûteuse »³⁵⁶.

Tableau 8.13 : Coût de fonctionnement de l'unité de dessalement par osmose inverse de l'île de Houat.

<i>Poste de dépense</i>	<i>Spécification</i>	<i>Coût annuel (en F₁₉₇₂/m³)</i>	<i>Coût annuel (en €₂₀₀₅/m³)</i>	<i>Part relative de chaque poste (en %)</i>
Main d'œuvre	Permanente	35 000	28 055	33
	Spécialisée membrane	3 000	2 405	3
Energie	Base : 13 kWh/m ³	9 750	7 815	9
Entretien et renouvellement	Matériel osmose	47 000	37 674	44
	Autre matériel	10 000	8 016	9
Réactifs		1 850	1 483	2
Total annuel		106 600	85 448	100
Total unitaire	Base : 7 500 m ³ /an	14,2	11,4	

D'après Patturel (1972).

La situation est différente sur l'île de Sein, où la question énergétique est la consommation énergétique est un paramètre fondamental pour l'exploitation de l'osmoseur : elle représente en effet 41 % des coûts de fonctionnement, ce qui n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes. En premier lieu, le coût unitaire de

³⁵⁵ La rentabilité économique de la technologie de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse a continuellement été améliorée par la réduction du coût de production de l'eau, grâce à des coûts d'investissement minorés et une baisse de consommation énergétique.

³⁵⁶ Direction Départementale de l'Agriculture du Morbihan : *Île d'Houat : compte-rendu des travaux de recherche d'eau souterraine*, Vannes, 21 juin 1986.

production d'eau salée est très élevée : 10,1 €/m³ en 2002, 11,5 €/m³ l'année précédente³⁵⁷ (tab.8.14). La répercussion sur le prix de l'eau est évidente et se traduit par la cherté avérée du mètre cube distribué : celui-ci est un des plus chers – sinon le plus cher – sur le territoire français puisqu'il est de 6,4 €/m³ en 2005.

La commune vendant l'eau qu'elle produit à perte, son budget eau ne peut évidemment pas être équilibré et doit de la sorte être provisionné par des subventions annuelles depuis le budget général. Une telle opération est possible compte tenu de la taille de la commune, moins de 3 000 habitants. En effet, si l'instruction budgétaire et comptable M49 interdit aux communes de prendre en charge, dans leur budget propre, des dépenses au titre des services d'eau et d'assainissement, l'article 75 de la loi D.D.O.E.F.³⁵⁸ du 12 avril 1996 autorise les communes ou groupements de communes de moins de 3 000 habitants à subventionner leurs services d'eau et d'assainissement sans limitation aucune. A cet égard, la loi transgresse un principe fondateur de la loi sur l'eau, à savoir que l'eau est financée par l'eau. Quoi qu'il en soit, cette entorse à la règle d'équilibre budgétaire des services d'eau était sans doute nécessaire – voire salutaire – pour les petites collectivités afin d'éviter une hausse prohibitive du prix de l'eau.

**Tableau 8.14 : Coûts de fonctionnement
de l'osmoseur sur l'île de Sein en 2002.**

<i>Poste de dépense en fonctionnement</i>	<i>Coût (en €₂₀₀₅)</i>	<i>Part relative (en %)</i>
Energie électrique	44 897	41
Main d'œuvre + entretien + réactifs	63 630	59
Total	108 527	100
Total unitaire (en €/m ³)	10,1	

D'après Transénergie, 2003

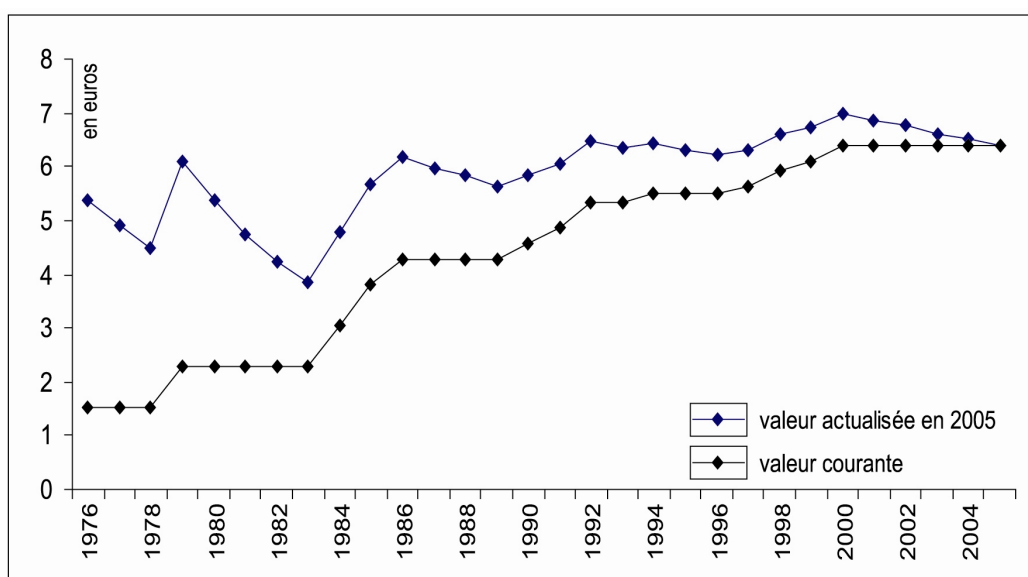
Pour les communes de moins de 500 habitants, le plan comptable M49 est entré en vigueur le 1^{er} janvier 1997. Cette même année, la Chambre Régionale des Comptes de Bretagne adresse une lettre au Conseil municipal de l'île de Sein au sujet du « problème d'équilibre de l'eau », et l'enjoint en conséquence d'augmenter le prix de l'eau de 2 F/m³, le portant à 39 F/m³ : « Le Conseil municipal, après en avoir délibéré, décide l'augmentation du prix du m³ de 2 F, mais ceci difficilement »³⁵⁹. Les années suivantes, le budget général communal subventionnera largement le budget eau afin de garantir l'équilibre budgétaire ; ce sont ainsi 186 283 €₂₀₀₅ qui ont été injectés vers le service d'alimentation en eau potable sénan entre 1998 et 2003 (tab.8.15). Cependant, le budget eau, mieux s'équilibré depuis la mise en service de l'osmoseur en 2002, semble indiquer une rationalisation technico-économique de la production d'eau.

³⁵⁷ Valeurs actualisées au 1^{er} janvier 2005, d'après Transénergie, 2003.

³⁵⁸ Loi portant Diverses Dispositions d'Ordre Economique et Financier.

³⁵⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Sein, 8 juillet 1997

Figure 8.8 : Evolution du prix de vente du m³ d'eau dessalée sur l'île de Sein³⁶⁰.



Depuis 1976 et le début de la tarification du prix de l'eau sur l'île de Sein, ce dernier a été régulièrement réévalué (fig.8.8) : ce prix est d'emblée élevé sous l'influence des coûts de production. Il est de 10 F en 1976 (soit environ 1,52 €₂₀₀₅) alors que le prix moyen de l'eau en France se situe alors aux environs de 0,75 €₂₀₀₅. La cherté de l'eau sur l'île de Sein ne sera depuis jamais démentie. Son prix de revient contraste avec celui d'autres îles européennes : si les capacités de production sont plus importantes pour les îles grecques d'Oïa (550 m³/j), Syros (2 000 m³/j) et Mykonos (1 200 m³/j), les coûts de production sont tout de même très nettement inférieurs aux chiffres sénan et houatais (fig.8.9). La petitesse de ces îles françaises et les faibles volumes nécessaires, liés leur contexte anthropique, expliquent cette cherté, et rajoutent un handicap économique à leur précarité hydraulique.

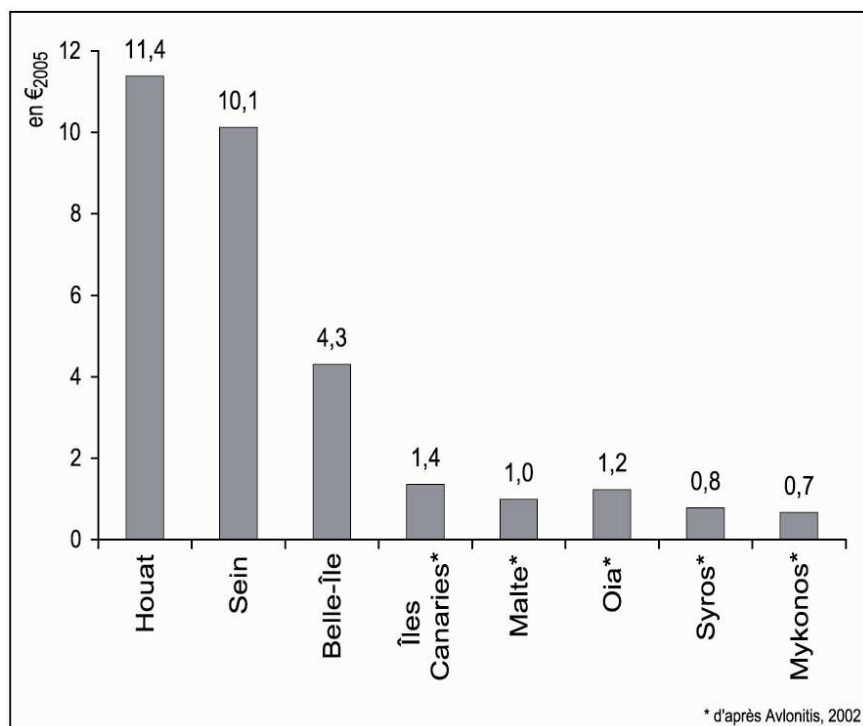
Tableau 8.15 : Subventions du budget eau par le budget général à l'île de Sein, entre 1998 et 2003.

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Montant (en € ₂₀₀₅ HT)	41 899	92 022	33 760	0	14 461	4 140	186 283

Source : délibérations du Conseil municipal de l'île de Sein.

³⁶⁰ Source : délibérations du Conseil municipal de l'île de Sein.

**Figure 8.9 : Coûts de production comparés
du mètre cube d'eau dessalée (en €₂₀₀₅).**



Conclusion du chapitre 8

L'analyse rétrospective des investissements réalisés sur les îles du Ponant depuis le début des années 1970 confirme les conclusions déjà bien connues sur les mutations socio-économiques insulaires des quatre dernières décennies. A ce sujet, trois points illustrent les prérogatives insulaires contemporaines :

- la prévalence et la permanence des investissements pour l'accès aux îles et les équipements publics témoignent d'une modernisation structurelle indispensable au maintien des communautés insulaires dynamiques et viables à long terme ;
- le transfert des efforts financiers depuis le soutien aux activités professionnelles « traditionnelles » (agriculture, mais surtout pêche et aquaculture) vers le développement des activités économiques liées au tourisme et vers la conservation du patrimoine environnemental et culturel des îles confirme l'orientation touristique des économies locales. Ce transfert est caractéristique de la déshérence généralisée des activités primaires ; il engendre une profonde mutation paysagère et participe paradoxalement d'une forme de sanctuarisation des territoires insulaires ;
- l'émergence de la problématique cruciale du logement est illustrée par la forte croissance des investissements pour la construction de logements sociaux à partir des années 1990. L'envolée des prix de l'immobilier, corollaire de la forte attractivité touristique des îles, est un obstacle à l'installation de jeunes insulaires actifs et menace l'équilibre démographique très fragile. Il en va du maintien de populations permanentes actives, justifiant la présence des services publics administratifs, de santé ou encore d'éducation.

Concernant plus particulièrement les équipements hydrauliques, la temporalité et la localisation des investissements montre une double dichotomie des îles. Temporellement, deux périodes bien distinctes marquent l'histoire récente des îles :

- les années 1970 d'abord sont caractérisées par une très forte concentration des investissements (80 %) vers les équipements de production et surtout de distribution d'eau potable : leur modernisation est indispensable au développement économique des îles et rendue d'autant plus cruciale que les sécheresses soulignent l'insuffisance structurelle générale ;
- les années 1990 ensuite connaissent un inversement des conditions d'investissement puisque c'est l'assainissement qui mobilise 81 % des capitaux investis, sous l'impulsion notamment du programme spécifique de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne : les investissements sont finalement précoces en comparaison des situations des communes rurales continentales ; ils dénotent une volonté environnementale affirmée de gérer les nuisances écologiques engendrées par les effluents liquides et sont une gageure de préservation des écosystèmes insulaires, lesquels sont le faire-valoir touristique des îles.
- Géographiquement, deux groupes d'îles se différencient à leur tour :

- d’une part, les îles finistériennes de la mer d’Iroise, Ouessant, Molène et Sein, sont caractérisées par la prédominance des investissements pour les équipements d’eau potable (83 % du total investi en équipements hydrauliques). Ces chiffres s’expliquent par des contextes locaux physiquement contraignants. L’exiguïté spatiale et la concentration de l’habitat à Molène et Sein limitent les possibilités d’assainissement à un service public d’assainissement non collectif qui ne nécessite pas de nouveaux équipements ; quant à l’assainissement d’Ouessant, il est fondé sur une petite unité peu onéreuse. *A contrario*, les services d’eau ont justifié de lourds investissements sur l’ensemble de la période avec les différentes unités de dessalement de l’île de Sein, l’extension des réseaux de distribution et récemment la nouvelle usine de potabilisation d’Ouessant ;
- sur les îles morbihannaises d’autre part, l’effort infrastructurel s’est concentré presque exclusivement sur l’assainissement collectif en totalisant 94 % des sommes investies. Les équipements d’eau potable datent pour la plupart des années 1960-1970 ; les réseaux de collecte des eaux usées, notamment à Belle-Île et Groix où l’habitat est dispersé et nécessite d’importants linéaires, ont ainsi mobilisé la quasi-totalité des investissements.

Depuis une douzaine d’années, la modernisation hydraulique des îles a nécessité d’inévitables surinvestissements en comparaison des communes rurales continentales. Concernant l’assainissement, cette constatation mérite d’être relativisée par la précocité des équipements d’assainissement à la faveur du programme d’aide spécifique de l’Agence de l’Eau Loire-Bretagne dans les années 1996-1997. Les données du F.N.D.A.E. (2000) prévoyaient, en effet, une forte augmentation des investissements d’assainissement des communes rurales au cours de la période 2000-2005, alors que les îles étaient déjà équipées en reconnaissance de la nécessité de préserver leur environnement.

Le surdimensionnement hydraulique est lui aussi relatif : s’il est évident que les capacités de production d’eau potable et de traitement des eaux usées sont exagérées en hiver, elles sont dans l’ensemble adaptées aux besoins estivaux. Il n’en demeure pas moins que ce surdimensionnement engendre des charges financières plus importantes en investissements et en fonctionnement, augmentant inévitablement le prix de l’eau. La délégation des services d’eau permet une rationalisation économique, aidée dans le Morbihan par la péréquation départementale, qui limite la cherté de l’eau. Le problème est sensible sur les îles de Molène et Sein où la production d’eau potable est restée en régie : le prix de l’eau y est nettement plus élevé, mais présente peut-être l’avantage d’inciter à des usages hydro-économes.

Chapitre 9 :

Quel risque de pénurie d'eau sur les îles bretonnes autonomes ?

Introduction

La variabilité interannuelle des conditions hydroclimatiques des îles du Ponant est une caractéristique majeure de la problématique de la gestion de leurs ressources en eau. Le défi qui se pose est bien celui de l'optimisation de leurs services d'eau et la garantie de leur pérennité, notamment pendant la saison estivale touristique. La question est d'autant plus importante que les enjeux économiques liés au tourisme sont directement concernés par la limite physique naturelle imposée par les ressources endogènes, l'eau tout particulièrement. Les histoires insulaires ont été marquées par de vraies crises de l'eau ; récemment, les difficultés de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de Belle-Île durant le second semestre 2005 ne manquent pas de rappeler combien la question de l'eau reste sensible pour certaines de ces petites îles. La prévision du risque de pénurie d'origine climatique serait un atout indéniable dans la maîtrise et l'exploitation rationnelle et durable des ressources en eau insulaires. Mais est-elle seulement possible ? Le cas échéant, à quel pas de temps ? A l'instar de la gestion du risque inondation, la fréquence au dépassement ou au non dépassement d'un événement pourrait être un indicateur très pertinent. Il s'agit de répondre à cette question du risque de pénurie d'eau en apportant des développements méthodologiques et des résultats objectifs nouveaux, le risque étant défini comme le produit de l'aléa et de la vulnérabilité (Dauphiné, 2003 ; Veyret *et al.*, 2004) : si la vulnérabilité tient essentiellement aux facteurs naturels (limitation des réserves hydrologiques), sociaux (besoins en eau potable) et structurels (capacités de stockage), l'aléa est ici considéré du seul point de vue climatique.

En préalable, il est indispensable de comprendre le fonctionnement des systèmes hydrauliques insulaires avant d'évaluer le risque de pénurie, qui dépend justement des ressources exploitées et des stratégies de gestion. L'absence d'instrumentation de mesure hydrologique sur le terrain est une difficulté majeure pour quantifier réellement la ressource disponible, en terme de flux. Il a donc fallu contourner cette difficulté en imaginant les modèles de fonctionnements hydrologiques et hydrauliques des hydrosystèmes insulaires, modèles « validés » *a posteriori*, sur la base d'informations bibliographiques et la connaissance empirique des gestionnaires des services d'eau.

Ces modèles mettent en évidence le déstockage estival des réserves hydriques insulaires et l'importance conjointe d'une recharge suffisante des réserves au cours du premier semestre hydrologique pour couvrir les besoins. Ainsi, le déphasage saisonnier entre hydroclimatologie fonctionnelle et modèles de consommation induit une stratégie de stockage qui peut être menacée par une sécheresse au premier semestre hydrologique. C'est la caractérisation statistique de cet aléa qui semble la plus appropriée pour évaluer le risque de pénurie : dans un premier temps, précipitations et pluies efficaces du premier semestre hydrologique sont corrélées afin d'établir une relation entre les volumes de recharge et les pluies ; ensuite, la distribution statistique des cumuls de précipitations du premier semestre hydrologique devrait permettre de retourner la fréquence d'occurrence d'un seuil critique à partir duquel il y a effectivement risque de pénurie d'eau. Cette méthodologie permet non seulement des comparaisons spatiotemporelles, mais aussi une

analyse prospective du risque à court et moyen termes, selon les scénarios H1 et surtout H2 de croissance des productions d'eau potable aux horizons 2010, 2020 et 2030³⁶¹.

1. Modélisations hydrauliques et gestion de la ressource en eau

1.1. Un prédiagnostic de gestion : l'apport de modèles simples de simulation hydraulique

1.1.1. Les modèles « superficiel » et « souterrain »

En l'absence de modèles pluie-débit sur les îles, et faute de données issues d'une instrumentation *in situ* (limnigraphes et piézomètres) pour mesurer réellement les recharges hydrologiques, il est impossible d'avoir une lisibilité sur les variations des ressources hydriques des îles, à l'exception toutefois de l'île de Groix. Pourtant, compte tenu des fortes fluctuations de recharge hydrologique, d'une part, et de déstockage, d'autre part, il paraît indispensable de caractériser ces variations pour présumer de l'adéquation ou de l'inadéquation entre besoins et ressources disponibles. L'intérêt de construire des modèles – même très simples – de stockage-déstockage des réserves est justement de donner un ordre de grandeur quantitatif de la variation saisonnière des réserves hydriques disponibles. Il s'agit de la sorte de scénariser, à l'échelle mensuelle, la gestion des stocks d'eau selon les potentialités hydrologiques (recharge naturelle), techniques (capacités de stockage et de pompage) et les prélèvements en eau (production d'eau potable). Plusieurs cas de figure doivent être distingués, selon que les ressources exploitées sont superficielles (Ouessant et Belle-Île), souterraines (Houat et Hoëdic) ou mixtes (Molène). L'indisponibilité des données mensuelles de production d'eau sur l'île de Groix ne permet malheureusement pas d'établir un « modèle groisillon ».

Les cas bellilois et ouessantins (modèle « superficiel ») sont finalement très simples : la réserve hydraulique $V_R(i)$ à la fin du mois i est égale à la somme de la réserve hydraulique du mois $i-1$ et de la différence entre la recharge hydrologique $V_H(i)$ et la production d'eau potable du mois i $V_{EP}(i)$, dans la limite de la capacité maximale de stockage des réserves V_{Rmax} (850 000 m³ à Belle-Île, 55 000 m³ à Ouessant). La réserve hydraulique V_R est ainsi tabulée sur Excel®, grâce à des macros en Visual Basic (VBA) (1) :

$$V_R(i) = SI(V_R(i-1) - V_{EP}(i) + V_H(i) \leq V_{Rmax}; V_R(i-1) - V_{EP}(i) + V_H(i); V_{Rmax}) \quad (1)$$

Les modèles « souterrains » houatais et hoëdicaïes sont quant à eux calculés à l'aide de données réelles sur l'état des réserves hydrauliques et disponibles de mai 2001 à septembre 2005³⁶². Les volumes mensuels en réserve V_R et la production d'eau potable V_{EP} sont connus ; il est alors facile de déterminer les volumes mensuels pompés V_P dans la ressource souterraine sur la période considérée (2) et de simuler *a posteriori* le volume aquifère disponible V_A en fonction de la recharge hydrologique V_H et du volume utile de l'aquifère V_U (15 500 m³ à Houat et 15 000 m³ à Hoëdic selon les préconisations de pompage³⁶³) (3). Les calculs sont effectués sur Excel ® (VBA) :

$$V_P(i) = (V_R(i) - V_R(i-1)) + V_{EP}(i) \quad (2)$$

³⁶¹ Voir chapitre 6.

³⁶² Source : SAUR.

³⁶³ Voir chapitre 4.

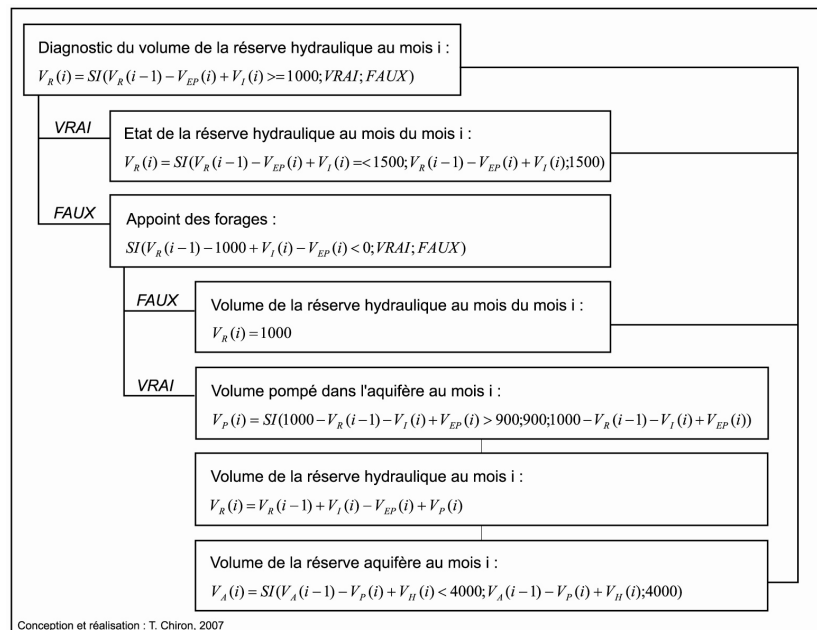
$$V_A(i) = SI(V_A(i-1) - V_P(i) + V_H(i) \leq V_U; V_A(i-1) - V_P(i) + V_H(i); V_U) \quad (3)$$

Le volume utile V_U ne peut être négatif, aussi les valeurs seuil prédéfinies précédemment sont-elles réajustées au regard des résultats modélisés et du déstockage maximal des aquifères.

1.1.2. Le modèle hydraulique molénais

En l'absence de données disponibles sur l'état des réserves hydrauliques, le cas de l'île de Molène est traité différemment. Le système molénais repose sur la mixité de la ressource : elle est historiquement superficielle avec la collecte des eaux de pluie via les impluviums des Anglais et de l'Ouest ; depuis 1989 et la mise en exploitation de deux forages, elle est aussi souterraine. Les entretiens répétés avec MM. Corolleur et Berthélé, respectivement premier adjoint au maire et régisseur municipal d'eau, ont permis de définir la stratégie de gestion du service et des réserves d'eau. La priorité est ainsi donnée à l'eau provenant des impluviums ; si cette recharge superficielle n'est pas suffisante pour couvrir les productions d'eau potable, alors la réserve hydraulique est déstockée. Ce déstockage est limité en premier lieu par la nécessité de conserver une réserve utile de l'ordre de 1 000 m³ afin de prévenir tout incident sur les installations de pompage par exemple, et garantir de la sorte une autonomie hydraulique de l'ordre d'un mois en saison estivale. En cas de déstockage excédentaire, les forages assurent la recharge des citernes dans la limite des possibilités d'exploitation de l'aquifère molénais : capacité de pompage maximale de 900 m³ par mois et volume utile de l'aquifère de l'ordre de 4 000 m³³⁶⁴. De plus, la fixation d'une réserve hydraulique de sécurité aux deux tiers environ des capacités de stockage de l'île est justifiée par la possibilité de compléter le stock par les apports pluviométriques captés par les impluviums. Un modèle de gestion des réserves hydrauliques est construit sur ces principes ; de même que précédemment, les volumes des réserves du mois i $V_R(i)$ et de l'aquifère $V_A(i)$ sont calculés sur Excel ® en Visual Basic (VBA) (fig.9.1).

Figure 9.1 : Schéma de calcul du modèle hydraulique de l'île de Molène.



³⁶⁴ Voir chapitre 4.

1.1.3. Critique et calage des modèles hydrauliques

Les modèles hydrauliques, tels qu'ils sont construits, induisent inmanquablement des erreurs assez importantes ; aussi doivent-ils être considérés comme des représentations certes fidèles, mais approximatives de la réalité. Deux sources d'erreur sont identifiées :

- la première provient de l'estimation des prélèvements sur la ressource qui ne sont quantifiés qu'à partir des productions d'eau potable, alors que les pompages d'eau brute sont nécessairement plus importants, compte tenu des pertes sur les réseaux d'adduction et les filières de potabilisation ;
- la seconde concerne l'estimation de la recharge hydrologique, tant des réserves superficielles que souterraines. Dans les modèles tels qu'ils sont construits, seules les pluies efficaces sont susceptibles d'engendrer du ruissellement et/ou des infiltrations vers la nappe le cas échéant : la recharge est ainsi presque exclusivement cantonnée temporellement au premier semestre hydrologique. Or, dans le cas de fortes averses, les précipitations du second semestre hydrologique sont à même d'entraîner des ruissellements capables de recharger les réserves superficielles. De plus, si elle n'est pas étendue, la nappe phréatique de subsurface est certainement susceptible d'entretenir les écoulements au printemps : en témoignent les nombreuses sources à Ouessant notamment et les nombreuses références bibliographiques ou orales concernant ces sources qui ne tarissent pas ou seulement pendant les étés les plus secs.

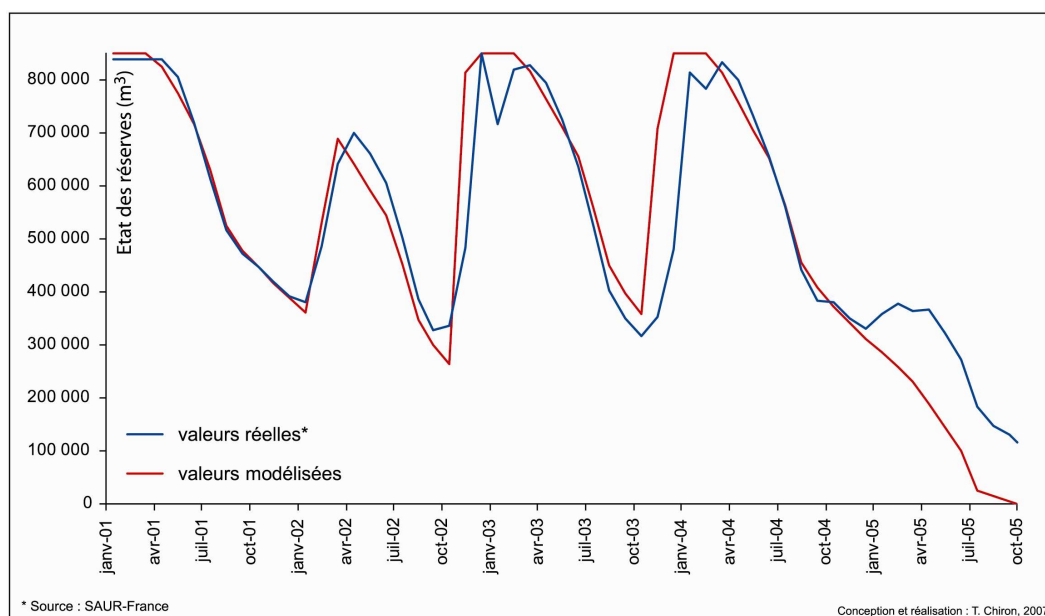
Le modèle bellilois a pu être comparé à la situation réelle entre janvier 2001 et septembre 2005 grâce aux données transmises par la SAUR, compagnie fermière du service d'eau de l'île, qui suit le niveau total des réserves superficielles depuis 2001. La comparaison des courbes des valeurs réelles et modélisées (fig.9.2) montre qu'elles ont la même allure et qu'elles sont dans l'ensemble proches l'une de l'autre. Globalement, les écarts relatifs entre modèle et réalité ne dépassent pas 15 %, à l'exception des fins d'année 2002 et 2003 où les courbes accusent un décalage temporel d'un mois, ainsi que pour l'année 2005 où le modèle « décroche » de la réalité. Le déstockage modélisé est ainsi presque identique, alors que les différences majeures se situent au cours de la période de recharge : le modèle a effectivement tendance à engendré une recharge des réserves plus précoce et plus rapide que celle constatée en réalité. En outre, les variations enregistrées de la réserve à l'hiver 2003 et en début de printemps 2004 sont liées à des interventions sur les ouvrages et des vidanges d'origine manutentionnaire. Le fait le plus important réside dans le léger rebond de recharge des réserves superficielles de l'île constaté au printemps 2005 : il témoigne d'une modeste reprise d'écoulements liée aux épisodes pluvieux de mars et avril, alors que le modèle hydroclimatique n'enregistre pas de pluies efficaces pour le premier semestre hydrologique de 2005. Cette reprise ponctuelle des écoulements s'explique par la persistance de la sécheresse qui a engendré une imperméabilisation des sols sur lesquels l'excédent pluviométrique ruisselle facilement. Cette différence notable entre situations réelle et modélisée exacerbe le déficit hydrique retourné par le modèle et explique que la situation de pénurie soit virtuellement atteinte très tôt, et ce malgré un ravitaillement par bateau de 100 000 m³ en août 2005.

Quoi qu'il en soit, le calage du modèle hydraulique bellilois sur la situation réelle tend à confirmer la pertinence des modèles fonctionnels hydroclimatiques choisis et les

valide *a posteriori*. Il semble cependant qu'ils exagèrent les situations de déficit d'écoulement et d'infiltration en omettant les potentiels de ruissellement liés aux épisodes pluvieux du second semestre hydrologique ; cette observation vaut d'autant plus pour l'île d'Ouessant. Les simulations réalisées conservent néanmoins tout leur intérêt du strict point de vue fonctionnel et fournissent des ordres de grandeur légitimement exploitables pour caractériser quantitativement les variations de réserves hydriques insulaires.

Pour le modèle souterrain, les volumes utiles des aquifères houatais et hoëdicaïs, respectivement prédéfinis à 15 500 m³ et 15 000 m³, ne garantissent pas les volumes qu'il faut pomper, selon la simulation, pour assurer les niveaux de réserve hydraulique enregistrés *in situ*. Dans le cas de l'île de Houat, le déstockage de l'aquifère nécessaire atteint environ 22 000 m³ à la fin de l'année 2004 ; il est de 17 000 m³ pour Hoëdic en début d'année 2002. Si l'erreur est assez faible pour cette dernière (+ 13 %), elle est très nette pour la seconde (+ 42 %).

Figure 9.2 : Comparaison du modèle hydraulique bellilois à la situation réelle.



1.2. Gestion des réserves en eau et crises hydriques récentes

1.2.1. Stratégies de stockage et prévision de la saison sèche

Les simulations réalisées mettent unanimement en évidence une saisonnalité très marquée de l'alternance stockage-déstockage des réserves hydriques, qu'elles soient superficielles et/ou souterraines. Le déstockage est très important au cours du second semestre hydrologique (avril-septembre) : c'est précisément là où se conjuguent les prélèvements les plus forts, sous l'influence de la fréquentation estivale des îles, et la saison sèche. Les graphiques présentés montrent combien le stockage d'eau au cours du premier semestre hydrologique est crucial.

Pour Ouessant et Belle-Île, les simulations d'évolution mensuelle de leurs réserves superficielles ont été respectivement calculées d'octobre 1996 et de janvier 1975 à septembre 2005 (fig.9.3 et 9.4). Dans le premier cas, le déstockage annuel moyen de la

réserve superficielle est de l'ordre de 40 000 m³, assurant un stock résiduel approximatif de 15 000 m³ en fin de saison estivale. La recharge hydrologique est très rapide : les deux barrages du Merdy et de Lann Vihan se remplissent en un à deux mois, et le stock d'eau se maintient à 55 000 m³ jusqu'en avril. Depuis 2001, le déstockage est plus important : près de 50 000 m³ en 2003, il est total en 2005 selon la simulation. Pour Belle-Île, la simulation de l'état des réserves de l'île a été réalisée depuis 1975 : la mensualisation des volumes annuels de production d'eau potable s'est faite en appliquant les coefficients mensuels de production calculés dans le chapitre 6³⁶⁵. Deux étapes structurelles marquent l'histoire hydraulique récente de Belle-Île : la construction des barrages d'Antoureau en 1979 et de Borfloc'h en 1993, portant successivement la capacité de stockage à 330 000 puis 850 000 m³. La réalisation de ces ouvrages est directement liée aux épisodes de pénuries d'eau que l'île a connus en 1973 et 1989³⁶⁶. La simulation montre ainsi la précarité hydraulique belliloise à la fin des années 1970 : le déstockage estival du barrage unique de Bordilla (110 000 m³) est tel que l'île serait, selon le modèle, annuellement en situation de pénurie d'eau. Il s'agit évidemment d'une approximation du modèle qui exacerbe le déficit hydrique car en réalité, les bellilois ne manquent pas d'eau : il n'en demeure pas moins que la situation hydraulique de l'île est suffisamment préoccupante pour que soit entreprise la construction d'un deuxième barrage. Le scénario se reproduit dans la seconde moitié des années 1980 où l'augmentation interannuelle des productions d'eau potable sous l'influence du développement insulaire engendre une seconde précarisation hydraulique. La crise hydrologique de 1989 conduit inéluctablement à la pénurie d'eau et au ravitaillement par bateau : selon le modèle hydroclimatique, la recharge hydrologique est nulle au premier semestre et le stock résiduel ne suffit pas à couvrir les besoins de l'année à venir. C'est ainsi que la construction du troisième barrage interviendra en 1993. La pérennité de la ressource semble alors garantie jusqu'à ce que la sécheresse de 2005 et la pénurie d'eau qui s'en est suivie ne la remettent en question.

Pour les îles de Houat et Hoëdic, aucun problème n'a été recensé au cours des années précédentes, les dernières difficultés datant effectivement de 1989, avant que les forages ne soient mis en exploitation. Les aquifères de ces deux îles sont sollicités en fonction de la demande pour maintenir des réserves hydrauliques suffisantes tout en satisfaisant la demande. Sur l'île d'Hoëdic, le déstockage maximal de l'aquifère selon la simulation est de l'ordre de grandeur des préconisations de pompage émises lors des études hydrogéologiques³⁶⁷ ; la sécheresse de 2005 n'a entraîné ni déstockage excessif, ni aucune crainte de pénurie (fig.9.5). Quant à l'île de Houat, le déstockage simulé de l'aquifère atteint un maximum de près de 22 000 m³ en 2004, alors que les préconisations récentes de l'étude hydrogéologique³⁶⁸ de l'île fixent ce déstockage à 15 500 m³ dans l'état actuel des installations de pompage (fig.9.5). Ces préconisations sont censées prévenir toute remontée du biseau salé dans l'aquifère houatais : si la qualité des eaux brutes ne semble pas à ce jour menacée, est-ce à dire qu'il y a malgré tout un risque de surexploitation de la ressource ?

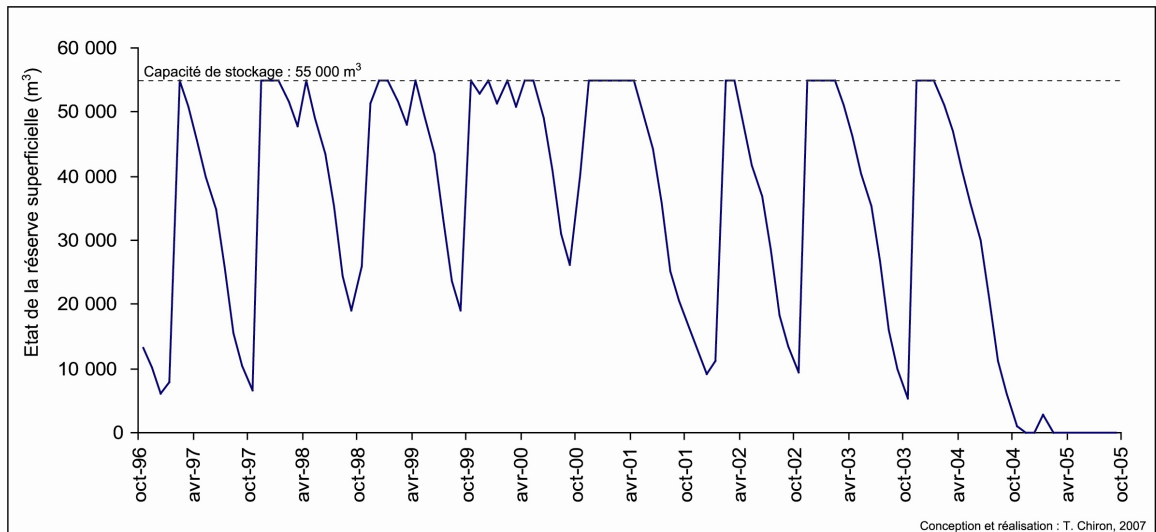
³⁶⁵ Voir chapitre 6.

³⁶⁶ Voir chapitre 7.

³⁶⁷ DDAF du Morbihan, 1991.

³⁶⁸ SOGREAH-PRAUD, 2004.

**Figure 9.3 : Simulation de l'évolution
des réserves superficielles de l'île d'Ouessant de 1997 à 2005.**



**Figure 9.4 : Simulation de l'évolution
des réserves superficielles de Belle-Île de 1975 à 2005.**

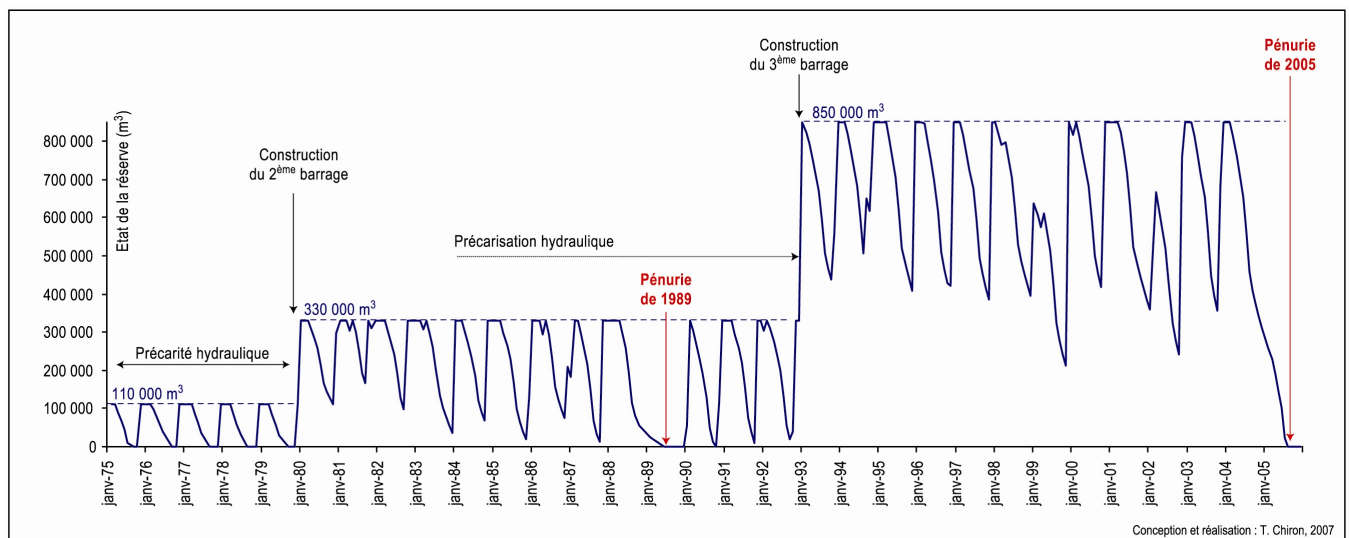
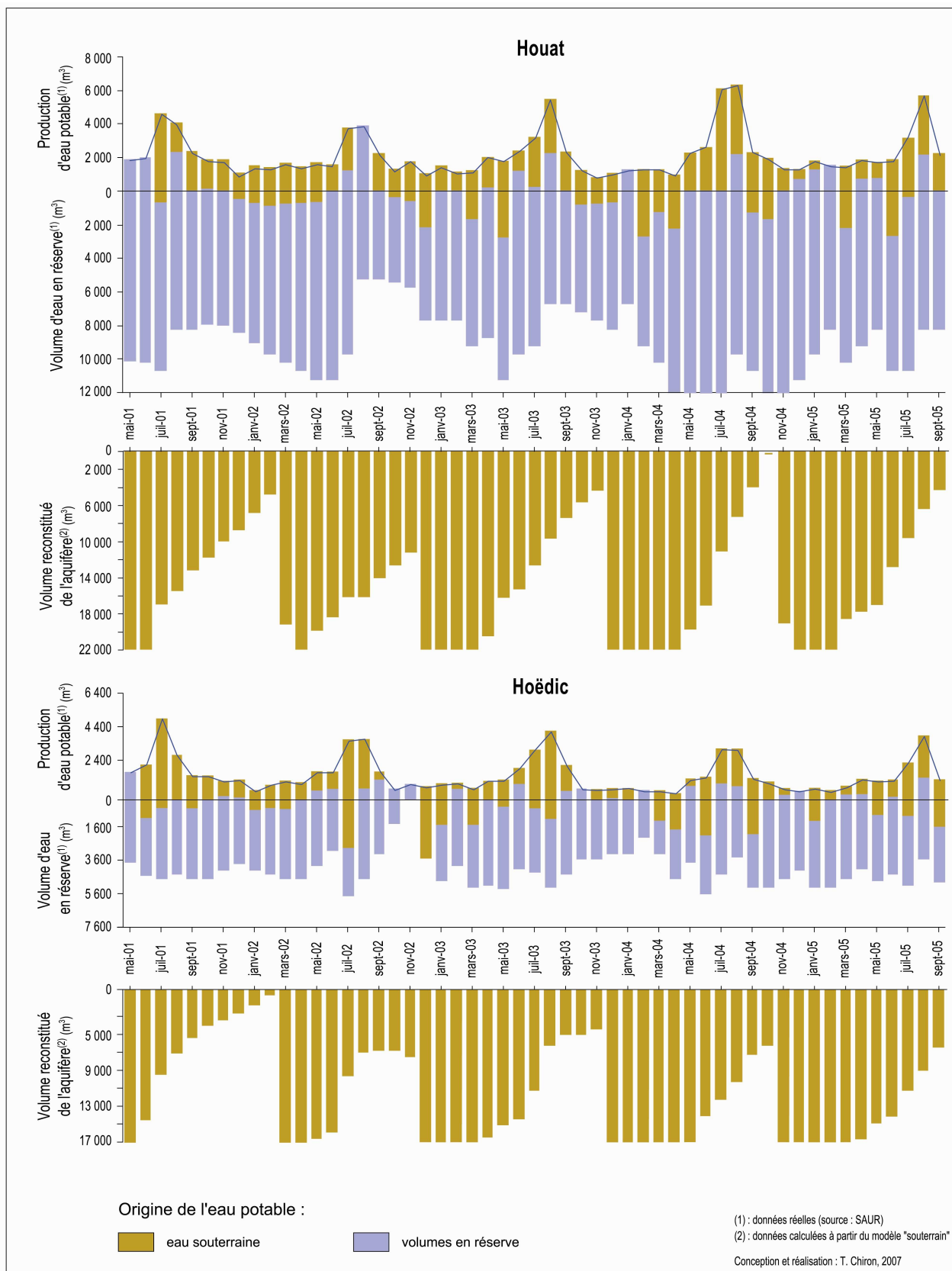


Figure 9.5 : Simulation de l'évolution des réserves hydrauliques et souterraines des îles de Houat et Hoëdic de 2001 à 2005.



1.2.2. La gestion « à la molénaise »

La dernière grande crise hydraulique qu'ont connue les îles est celle de 1989, où les îles du département du Morbihan – Belle-Île, Groix, Houat et Hoëdic, ainsi que celle de Molène, avaient dû être ravitaillées en eau par bateau pour pallier la pénurie. C'est suite à cette crise majeure et les investigations hydrogéologiques que les forages molénais ont été implantés sur l'île. La reconstitution de l'évolution des stocks d'eau de 1989 à 2005 commence justement par cet épisode de pénurie : l'île est ravitaillée en novembre et décembre 1988, puis massivement au cours de l'été afin de maintenir à un niveau critique les réserves en eau (fig.9.6). Le système traditionnel de l'île, fondé sur la récupération des eaux de pluie, est fortement mis à mal par l'insuffisance des précipitations hivernales qui ne permettent pas de reconstituer les réserves. A cette époque, l'augmentation des besoins de la population îlienne exacerbe inéluctablement la précarité hydraulique de l'île et l'achat d'un appareil de dessalement de l'eau de mer à compression mécanique est envisagé³⁶⁹. En septembre 1989, l'exploitation de la ressource souterraine locale a constitué une véritable révolution hydraulique pour les Molénais. Cependant, son volume utile reste modeste et une gestion rationnelle de l'aquifère est cruciale. En septembre 1992, le Conseil municipal constate que « le rendement des forages a tendance à diminuer » : il s'avère « nécessaire de s'organiser avant que la commune ne soit contrainte d'appliquer des mesures de restriction ». Deux solutions sont envisagées : augmenter la profondeur des forages ou acquérir un dessalinisateur de 50 m³/j³⁷⁰. Ces précisions sur la baisse des débits des forages corroborent les résultats de la simulation : l'aquifère atteint alors son niveau le plus bas depuis sa mise en exploitation. Supérieur à 3 000 m³, le déstockage est effectivement assez proche de la valeur critique des 4 000 m³ énoncées précédemment à partir de l'étude hydrogéologique d'ANTEA (2001). La situation est identique en 1997, et surtout elle devient presque chronique au début des années 2000 avec l'accentuation du déstockage de l'aquifère à la fin des années 2001, 2002 et 2003. Lors d'entretiens répétés, J. Corroleur confirme d'ailleurs que la situation était alors préoccupante, la salinité des eaux brutes augmentant et les débits des forages diminuant. La crise est même évitée de justesse à l'été 2003, alors qu'au mois d'août les réserves hydrauliques de l'île sont au plus bas : le spectre d'une pénurie d'eau est de nouveau présent et la solution du dessalement de nouveau évoquée.

Les bilans hydrauliques pour les années hydrologiques montrent, par ailleurs, l'importance de la récupération des eaux de pluie par les impluviums puisqu'ils assurent généralement plus de la moitié de la production d'eau potable annuelle (fig.9.7). Leur rendement moyen étant estimé à 75 % (Chéron et Puzenat, 2004 ; Deltau, 2004), ils suffisent ainsi à couvrir les besoins de l'automne, de l'hiver et du début du printemps du fait d'une conjoncture climatique et sociétale favorable (précipitations abondantes et demande hydrique faible) ; les forages quant à eux servent à compenser le déficit hydraulique induit par la baisse des précipitations et surtout l'augmentation des besoins en eau durant la saison estivale (fig.9.6). En moyenne sur la période 2001-2005, les impluviums ont ainsi fourni annuellement 3 000 m³ contre 3 500 m³ par les forages. Lors des années plus sèches de 2001, 2002, 2003 et 2005, les déficits de recharge hydraulique des impluviums ont ainsi été palliés par les eaux souterraines dont la part dans la production d'eau potable devient nettement majoritaire. En simplifiant le schéma de gestion des réserves en eau de l'île, les besoins du premier semestre hydrologique sont

³⁶⁹ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 29 avril 1989.

³⁷⁰ Délibération du Conseil municipal de l'île de Molène, 14 septembre 1992.

conjointement assurés par les impluviums et les forages, ces derniers prennent le relais pour garantir la production d'eau au cours du second semestre hydrologique.

Figure 9.6 : Simulation de l'évolution des réserves hydrauliques et souterraines de l'île de Molène de 1989 à 2005.

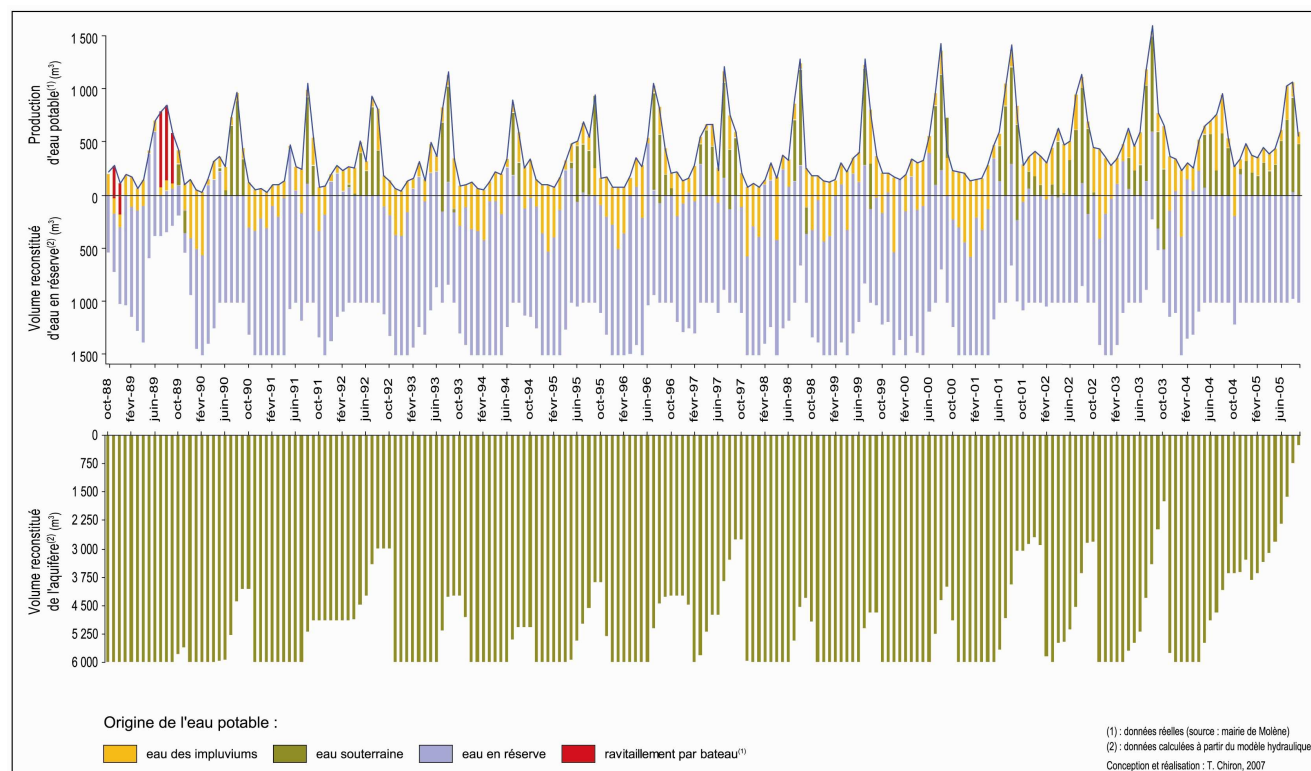
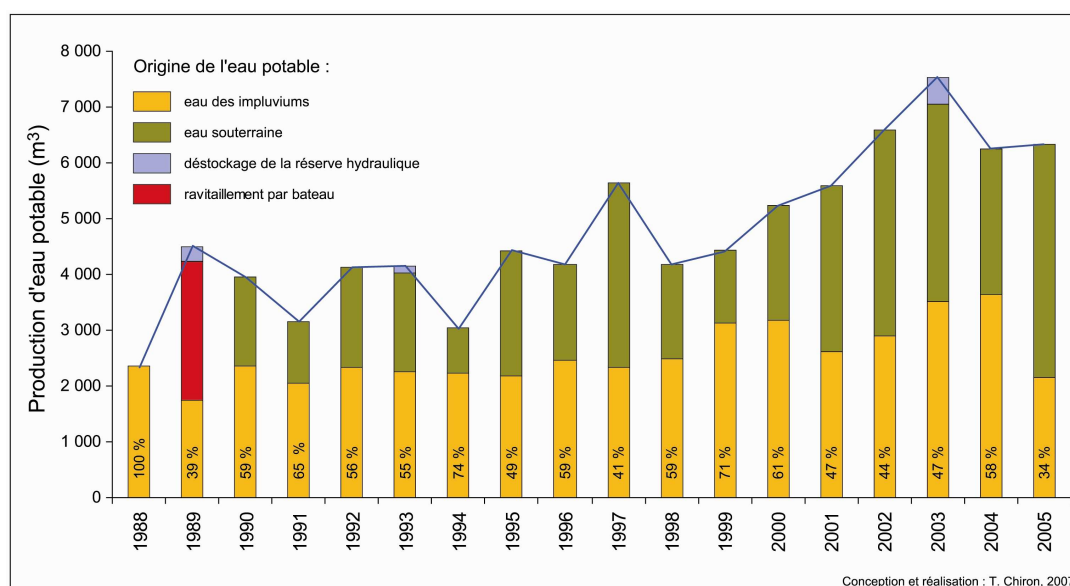


Figure 9.7 : Origine de l'eau potable sur l'île de Molène, selon la modélisation du système hydraulique.



1.2.3. La crise hydrologique de 2005

Les simulations d'évolution des réserves superficielles et souterraines des îles de Ouessant, Belle-Île, et Molène mettent enfin en évidence le déficit hydrologique de l'année 2005 : l'absence quasi-totale de pluies efficaces au cours du premier semestre hydrologique 2005 compromet *a priori* d'emblée les chances de ces îles d'échapper à une pénurie d'eau à l'été suivant. Leur vulnérabilité tient dans le fait que le déstockage tant des réserves superficielles que souterraines est important et, surtout, le stock résiduel ne permet pas de couvrir les besoins de l'année suivante.

Le cas ouessantin est en cela singulier. La recharge hydrologique calculée n'est que de 10 mm et la simulation selon le modèle « superficiel » indique une vidange totale des réserves dès le mois de mars. L'île n'a pourtant pas connu de pénurie, corroborant les limites du modèle utilisé. Dans les faits, la situation s'est, quoi qu'il en soit, révélée délicate dès le printemps et durant l'été 2005 : le niveau des barrages baissant dangereusement, la mise en place de pompages au fil de l'eau dans le vallon de Port-Guen, voisin de celui de Lann Vihan, est évoquée par les ingénieurs de la société délégataire du service d'eau ouessantin, Véolia-Eau³⁷¹. Il s'agirait ainsi d'optimiser la récupération des eaux de ruissellement lors des épisodes pluvieux du printemps et de l'été pour reconstituer la réserve des barrages. Finalement, les orages du mois d'août suffiront pour entretenir la ressource et éviter la pénurie.

Sur l'île de Molène, l'inquiétude est grande au mois de juillet, où les débits des forages faiblissent et la réserve hydraulique diminue. Le 20 juillet 2005, au cours d'un entretien téléphonique, J. Corolleur évoque une situation plus mauvaise encore que 2003, où un orage en août avait sauvé l'île de la pénurie en apportant en une journée 400 m³ grâce aux impluviums. Le jour de l'entretien, les réserves molénaïses sont pleines aux trois quarts (1 200 m³). Depuis le début de l'année ce sont les seuls forages qui garantissent l'approvisionnement des stocks. En juillet, ils ne produisent plus que 30 m³/j, et cette production tombera à 10 ou 12 m³/j d'ici la fin du mois de juillet selon J. Corolleur. Compte tenu de ces chiffres, l'autonomie de l'île, s'il ne pleut pas en conséquence, est limitée à trois, voire quatre, semaines : dans l'hypothèse d'une consommation journalière de 50 m³ et d'une production de 10 m³/j des forages, la demande sera satisfaite en prélevant 40 m³/j dans les réserves, soit 30 jours de réserve en théorie³⁷². La simulation de gestion des réserves hydrauliques de l'île renvoie une situation très proche de la réalité puisqu'en juillet 2005 la réserve hydraulique est de 1 000 m³ ; de plus, les forages sont bien sollicités depuis le début de l'année afin de maintenir le niveau des réserves hydrauliques. Enfin, la baisse constatée par J. Corolleur des débits des forages est concomitante de l'épuisement du volume disponible de l'aquifère : le déstockage simulé atteint près de 5 800 m³ en août 2005. Cette constatation remet en question les conclusions de l'étude hydrogéologique de l'île³⁷³, dont les préconisations d'exploitation des forages tablaient sur un volume utile de l'ordre de 4 000 m³ : celui-ci est vraisemblablement proche de 6 000 m³, comme l'indiquent les résultats de la simulation et les observations de terrain (fig.9.6).

* *
*

³⁷¹ Entretien avec M. Bail, ingénieur Veolia-Eau, à Brest, le 12 mai 2006.

³⁷² Entretien téléphonique avec M. Corolleur, 1^{er} adjoint au maire de Molène, le 20 juillet 2005.

³⁷³ ANTEA, 2001.

Surmédiatisée, la crise belliloise de 2005 est liée à l'absence de recharge des barrages de l'île au cours du premier semestre. Si d'aucuns mettent en avant la succession des sécheresses pour expliquer cette pénurie belliloise³⁷⁴, il n'en est finalement rien puisque l'ensemble de la réserve superficielle de l'île se reconstitue chaque année, à l'exception justement de 2005. Certes la récurrence d'années plus sèches est peut-être le signe précurseur d'un changement climatique global, mais là n'est pas le problème immédiat. La pénurie d'eau est à craindre pour une sécheresse survenant au cours du premier semestre hydrologique et qui réduirait tant les précipitations que les pluies efficaces ne suffiraient pas à recharger les réserves hydriques insulaires à hauteur d'un seuil critique : ce seuil correspond au volume minimal de réserve en eau nécessaire pour garantir la production annuelle d'eau potable. Si la vulnérabilité hydraulique des îles tient dans leurs capacités de stockage, naturelles et structurelles, la variabilité hydroclimatique est le second paramètre du risque de pénurie d'eau sur les îles hydrauliquement autonomes. V. Dubreuil (1994) rappelle qu'il convient justement de « réserver le terme encore ambigu de sécheresse pour des événements à définir statistiquement, soit un seuil à partir duquel il y a (risque de) crise ».

³⁷⁴ *Le Monde*, 22 juillet 2006.

2. Un modèle de prévision du risque de pénurie

2.1. Méthodologie d'étude des précipitations et quantification de l'aléa

2.1.1. Pré requis méthodologique

Le risque de pénurie, tel qu'il est envisagé, est justifié par la variabilité hydroclimatique caractéristique des îles bretonnes. Au-delà de certains écarts, cette variabilité devient hors-normes et doit être définie par des choix statistiques (Pagney, 1994). Ces seuils conditionnent le caractère rare voire exceptionnel d'un événement donné : ce dernier s'avère alors « insolite » (Lamarre et Pagney, 1999 ; Lageat, 2004a). L'exercice qui consiste à déterminer les années de sécheresse exceptionnelle, c'est-à-dire anormales du point de vue hydrologique, s'avère donc difficile. En outre, le concept même d'anormalité climatique n'est pas clairement défini : il doit être réservé à des valeurs nettement au-delà des valeurs extrêmes connues, ce qui, graphiquement, se traduit par un pic isolé. Les valeurs extrêmes connues ne constitueraient alors que des événements remarquables (Benjouidi et Hubert, 1998 ; Cantat et Cador, 2002).

L'aléa est un concept statistique : la fréquence au dépassement ou au non dépassement d'un événement climatique constitue un indicateur particulièrement bien adapté à l'appréciation du problème posé. Il s'agit ici d'estimer la fréquence au non dépassement des cumuls de précipitations mensuelles du premier semestre hydrologique pour lesquels la recharge des réserves hydriques ne suffirait pas à satisfaire les besoins annuels en eau potable. Principal paramètre climatique utilisé en hydroclimatologie, les hauteurs de précipitations se prêtent classiquement à une distribution selon une loi mathématique.

Méthodologiquement, l'étude des hydrosystèmes en crise requiert, en effet, une caractérisation des précipitations précédant l'événement en cause ; dans le cas des sécheresses, le choix se porte souvent sur les précipitations mensuelles (Cantat et Cador, 2003). L'intérêt porté aux précipitations est d'autant plus justifié en région de socle, où les débits hydrologiques chutent rapidement en cas de déficit pluviométrique (Dubreuil, 1994). Partie des mathématiques consistant en la recherche et l'analyse de données nombreuses concernant un système quantifiable, la statistique permet justement de calculer des probabilités sur les précipitations pour en tirer des lois de prédiction. L'ajustement des précipitations à une distribution est un préalable nécessaire à la signification géographique de l'analyse menée : la distribution adéquate lui offre un sens mathématique et peut alors être utilisée comme un intégrateur de différentes tendances permettant des comparaisons spatio-temporelles (Marchand, 1981).

En climatologie comme en hydrologie, c'est souvent un échantillon de données qui est effectivement disponible. Les lois de probabilité servent à déterminer des grandeurs telles que débits ou hauteurs de pluie qui ne sont pas directement accessibles avec ces observations de terrain : elles permettent ainsi d'estimer ces grandeurs en fonction de périodes de retour de 50 ans, 100 ans et plus, alors que les observations ne couvrent que 30 ans par exemple. Il faut évidemment vérifier *a posteriori* que la loi retenue représente effectivement la population mère dont l'échantillon est *a priori* représentatif. La démarche globale s'articule autour des étapes suivantes :

- définir les buts de l'analyse,
- acquérir et analyser de façon critique l'échantillon,

- choisir une loi statistique d'ajustement,
- ajuster et estimer les paramètres de la loi et contrôler l'ajustement,
- estimer les valeurs recherchées : quantiles, périodes de retour...

2.1.2. Choix de la loi de distribution

Le choix d'une loi de distribution peut se faire :

- *a priori*, par expérience,
- graphiquement,
- *a priori*, en travaillant sur les paramètres de formes et/ou à l'aide de tests,
- *a posteriori*, à l'aide des tests : χ^2 , Andersen, Kolmogorov-Smirnov...

Les distributions des précipitations sont modélisées depuis de nombreuses années par les travaux d'E.D.F qui utilisent la loi Gamma incomplète pour les précipitations mensuelles et annuelles (Péguy *et al.*, 1981 ; Marchand, 1981). L'expression de la fonction renvoyant la densité de probabilité est la suivante :

$$f(x) = \frac{1}{\rho \Gamma(\lambda)} e^{-x/\rho} \left(\frac{x}{\rho}\right)^{\lambda-1},$$

où : $f(x)$ est la densité de probabilité, ρ le paramètre d'échelle et λ le paramètre de forme.

Ces deux paramètres sont ajustés selon la méthode des moments :

- la moyenne ou espérance : $m = E(x) = \int_0^{\infty} xf(x)dx = \lambda\rho$;
- la variance : $\sigma^2 = V(x) = \int_0^{\infty} [x - E(x)]^2 f(x)dx = \lambda\rho^2$;

Il en résulte les égalités suivantes : $\lambda = \frac{m^2}{\sigma^2}$ et $\rho = \frac{\sigma^2}{m}$.

A noter que pour λ de l'ordre de 25, la dissymétrie est très atténuée ; la courbe est pratiquement symétrique et approximable par la fonction gaussienne. Finalement, la fonction de répartition de la loi Gamma incomplète, tabulée par Karl-Pearson, a pour expression :

$$F(y) = \int_0^y f(x)dx.$$

Afin de tenir compte du fait que le travail a lieu sur un échantillon, la régularisation des extrémités de la courbe des fréquences cumulées peut se faire à partir de différentes formules empiriques. Dans le cadre de cette investigation statistique, la suivante a notamment été adoptée par les travaux de l'Equipe n° 30 du CNRS (Péguy *et al.*, 1981), pour l'élaboration des cartes climatiques détaillées de la France :

$$F_i = \frac{2i-1}{2n},$$

avec n la taille de l'échantillon, F_i la fréquence cumulée de la valeur de rang i .

L'analyse statistique a été menée sur les cumuls des hauteurs de précipitations mensuelles du premier semestre hydrologique enregistrées de 1949 à 2005 – sauf pour l'île de Houat où les données météorologiques ne sont disponibles qu'à partir de 1966. Les résultats pour les stations de Ouessant et Houat ont été respectivement transposés aux îles de Molène et Hoëdic, compte tenu de leur proximité. Les ajustements des échantillons ont été calculés avec les logiciels EXCEL® et STATISTICA® : ils sont validés *a posteriori* à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. Ce premier traitement permet de connaître la fréquence d'occurrence des cumuls de précipitations au premier semestre hydrologique.

2.1.3. Ajustement de la distribution

Les ajustements des échantillons à cette distribution ont été testés *a posteriori* à l'aide du logiciel STATISTICA, lequel propose les tests du Chi-deux (χ^2) et de Kolmogorov-Smirnov. Il faut cependant reconnaître que ces tests sont dans l'ensemble peu puissants (Laborde, 2000), notamment celui du χ^2 qui est écarté d'emblée. Le test de Kolmogorov-Smirnov est donc adopté : il retourne la probabilité relative à la distance absolue maximale entre la courbe empirique des fréquences cumulées F^* des données observées et celle, théorique, des fréquences cumulées F de la fonction de répartition testée. Selon les conventions mathématiques, cette distance D peut être notée :

$$D = \|F - F^*\|_{\infty}.$$

Une valeur critique $D_{\alpha}(n)$ détermine, en fonction d'un seuil de probabilité à définir α , la distance maximale acceptable pour valider ou non l'ajustement en fonction de la taille n de l'échantillon testé ; soit la relation :

$$P\{\|F - F^*\|_{\infty} \leq D(n)\} = \alpha.$$

L'ajustement est validé en fonction du risque ou hasard déterminé au non dépassement α :

$$D = \|F - F^*\|_{\infty} \leq D_{\alpha}(n).$$

En choisissant une probabilité $\alpha = 0,995$, la démarche vise un ajustement précis. S'il est validé, cela signifie que les courbes empiriques et théoriques sont finalement proches l'une de l'autre : la distribution statistique est ajustée à l'échantillon. Le test de Kolmogorov-Smirnov confirme le choix *a priori* inspiré par la bibliographie : il valide l'ajustement de la distribution des précipitations semestrielles à une loi Gamma incomplète (tab.9.1).

Tableau 9.1 : Ajustement des distributions des précipitations du premier semestre hydrologique à une loi Gamma incomplète par le test de Kolmogorov-Smirnov.

Île	Echantillon	Nombre d'années (n)	D	$D_{0,995}(n)$	Validation de l'ajustement
Ouessant (Molène)	1949-2005	57	0,06509	0,22546	oui
Groix	1949-2005	57	0,08216	0,22546	oui
Belle-Île	1949-2005	57	0,05431	0,22546	oui
Houat (Hoëdic)	1966-2005	40	0,07172	0,26482	oui

2.2. Le modèle de prévision du risque de pénurie

2.2.1. Un modèle précipitations-pluies efficaces « discutable »

L'élaboration d'un modèle précipitations-débits hydrologiques offrirait la possibilité de coupler bilan hydrique et analyse statistique afin d'évaluer le potentiel hydroclimatique insulaire en fonction de l'aléa pluviométrique : le volume de recharge est égal au produit de la surface du bassin versant et de la hauteur de pluies efficaces, à un coefficient près. Cependant, la relation entre précipitations et pluies efficaces n'est pas évidente *a priori*, et n'a d'ailleurs de sens que pour le premier semestre hydrologique qui concentre 95 % des pluies efficaces annuelles. Les différents essais de corrélation entre les deux données ne sont d'ailleurs pas convaincants aux échelles mensuelles et saisonnières tant la valeur des pluies efficaces est contrainte par les conditions hydroclimatiques antérieures³⁷⁵. La meilleure corrélation entre les cumuls de précipitations et les pluies efficaces du premier semestre hydrologique reste linéaire, avec des coefficients de corrélation R^2 proches de 0,9 (tab.9.2).

Si le nuage de points est peu dispersé, un tel modèle linéaire n'en demeure pas moins approximatif : l'erreur est d'autant plus importante sur les petites valeurs, celles précisément qui intéressent le propos. L'erreur relative E (%) peut se mesurer en calculant l'écart maximal entre les précipitations enregistrées P et modélisées P_m , soit l'écart entre les cumuls de précipitations du premier semestre qui ont effectivement engendré des pluies efficaces et ceux censés en engendrer selon le modèle :

$$E(\%) = \max\left(\frac{\Delta P}{P}\right) = \max\left(\frac{P - P_m}{P_m} * 100\right).$$

Les résultats montrent que les cumuls de précipitations doivent atteindre entre 188 mm à Belle-Île et 280 mm à Ouessant et Molène pour réamorcer les écoulements et les infiltrations ; ensuite, 80 % à 100 % des précipitations sont mobilisés pour la recharge hydrologique des réserves superficielles et souterraines. La difficulté de prévoir des modèles hydrologiques réside dans le fait que l'amorçage du ruissellement est très aléatoire. Pour Belle-Île, le chiffre de 188 mm semble confirmer le seuil des 200 mm communément admis localement pour garantir une saturation des sols et des pluies efficaces au-delà³⁷⁶. En réalité, les valeurs maximales enregistrées de précipitations n'ayant pas engendré de pluies efficaces sont plus proches de 280 mm : 261 mm à Belle-Île en 2005 et 331 mm à Groix en 2002, soit précisément au cours de sécheresses remarquables. Ces résultats montrent combien celles-ci induisent une rétroaction négative sur les phénomènes hydrologiques en repoussant les seuils de reprise d'écoulements.

Le modèle linéaire précipitations-pluies efficaces tend à sous-estimer les cumuls de précipitations du premier semestre hydrologique engendrant les pluies efficaces nécessaires à une recharge hydrologique prédéfinie. Cette tendance est directement traduite par l'erreur relative qui est effectivement importante. A pluies efficaces égales, les précipitations observées pour Ouessant, Belle-Île et Houat – respectivement en 1967, 1997 et 2002 – sont environ 25 % plus élevées que celles calculées par le modèle ; quant à l'île de Groix, l'erreur maximale atteint 45 % pour 1999 (tab.9.2). Les écarts les plus

³⁷⁵ Voir chapitre 3.

³⁷⁶ Entretien avec B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, à Vannes, le 27 mars 2006.

importants entre observation et modèle sont précisément enregistrés pour les faibles valeurs de précipitations, corroborant le caractère aléatoire des seuils de réamorçage des pluies efficaces. Aussi le modèle linéaire précipitations-pluies efficaces est-il adopté par défaut, à un coefficient de correction C près. L'écart type sur l'erreur relative est compris entre 8 % et 13 % ; le coefficient C est fixé par excès à une majoration de 15 % des précipitations ($C = 1,15$).

Tableau 9.2 : Relation linéaire entre pluies efficaces (P_{eff}) et précipitations (P) du premier semestre hydrologique (période 1966-2005, en millimètres).

<i>Îles</i>	<i>Relation</i>	<i>Coefficient de corrélation R^2</i>	<i>Ecart type sur l'erreur relative</i>
Ouessant/Molène	$P_{\text{eff}} = 1 * P - 280$	0,92	8 %
Groix	$P_{\text{eff}} = 0,8 * P - 226$	0,89	13 %
Belle-Île	$P_{\text{eff}} = 0,9 * P - 188$	0,89	11 %
Houat/Hoëdic	$P_{\text{eff}} = 0,9 * P - 194$	0,93	10 %

2.2.2. Un modèle prévisionniste simple

La caractérisation hydroclimatique des îles bretonnes et les simulations hydrauliques de l'évolution des réserves en eau des îles autonomes mettent clairement en évidence deux périodes bien distinctes au cours de l'année hydrologique, préfigurant le modèle moyen suivant :

- une période de recharge hydrologique, coïncidant essentiellement avec le premier semestre hydrologique (octobre-mars),
- une période sèche où les réserves hydriques ne sont plus alimentées, faute de ruissellement et d'infiltration (avril-septembre), et pendant laquelle elles connaissent un fort déstockage.

Cette saisonnalité est cruciale dans le schéma de gestion rationnelle des ressources en eau insulaires : le stock hydrique constitué pendant le premier semestre hydrologique doit effectivement garantir des volumes en réserve suffisants pour satisfaire les besoins de l'année entière. Ainsi, la recharge hydrologique des réserves doit, d'une part, compenser le déstockage du premier semestre hydrologique et, d'autre part, permettre un stockage minimal pour pallier la demande du second semestre, laquelle est justement très forte.

En cas de déficit pluviométrique hivernal très prononcé, tel qu'en 1989 ou 2005, il y a un risque réel que les réserves en eau des îles de Groix, Belle-Île, Molène et Ouessant ne se rechargent pas suffisamment pour pallier le déstockage induit par les productions d'eau ; un tel risque semble moins évident pour Houat et Hoëdic qui bénéficient d'une ressource plus abondante. C'est précisément les hauteurs de précipitations du premier semestre hydrologique, lesquelles engendrent la recharge hydrologique critique, qu'il faut déterminer et dont la fréquence d'occurrence au non dépassement est connue grâce à l'ajustement des précipitations à une loi Gamma incomplète. Le risque de non satisfaction des besoins est ainsi quantifié par cette fréquence selon une démarche qui intègre à la fois les facteurs naturels

(hydroclimatologie fonctionnelle des îles) et anthropiques (équipements hydrauliques et besoins en eau).

Une première analyse a été menée de la façon la plus simpliste : il s'agissait d'estimer la fréquence au non dépassement des précipitations critiques assurant une recharge hydrologique égale aux prélèvements annuels, c'est-à-dire dans l'hypothèse d'un stock résiduel utilisable nul. En conclusion de ces travaux précurseurs était soulignée la nécessité de considérer la continuité interannuelle du stock d'eau (Chiron, 2007). La valeur de recharge critique est directement fonction des valeurs de pluies efficaces, elles-mêmes corrélées aux hauteurs de précipitations du premier semestre hydrologique. Connaissant l'ensemble des paramètres hydroclimatiques et hydromorphologiques, ainsi que les productions annuelles d'eau potable, il faut, dans un premier temps, déterminer le stock résiduel d'eau utilisable à l'issue d'une année hydrologique. Il est ensuite très facile de déterminer la fréquence au non-dépassement des hauteurs de précipitations critiques, corrigées par le facteur d'erreur induit par le modèle précipitations-pluies efficaces et homogénéisé à 15 % (fig.9.8).

Figure 9.8 : Modèle de calcul de la fréquence d'occurrence de la pénurie d'eau.

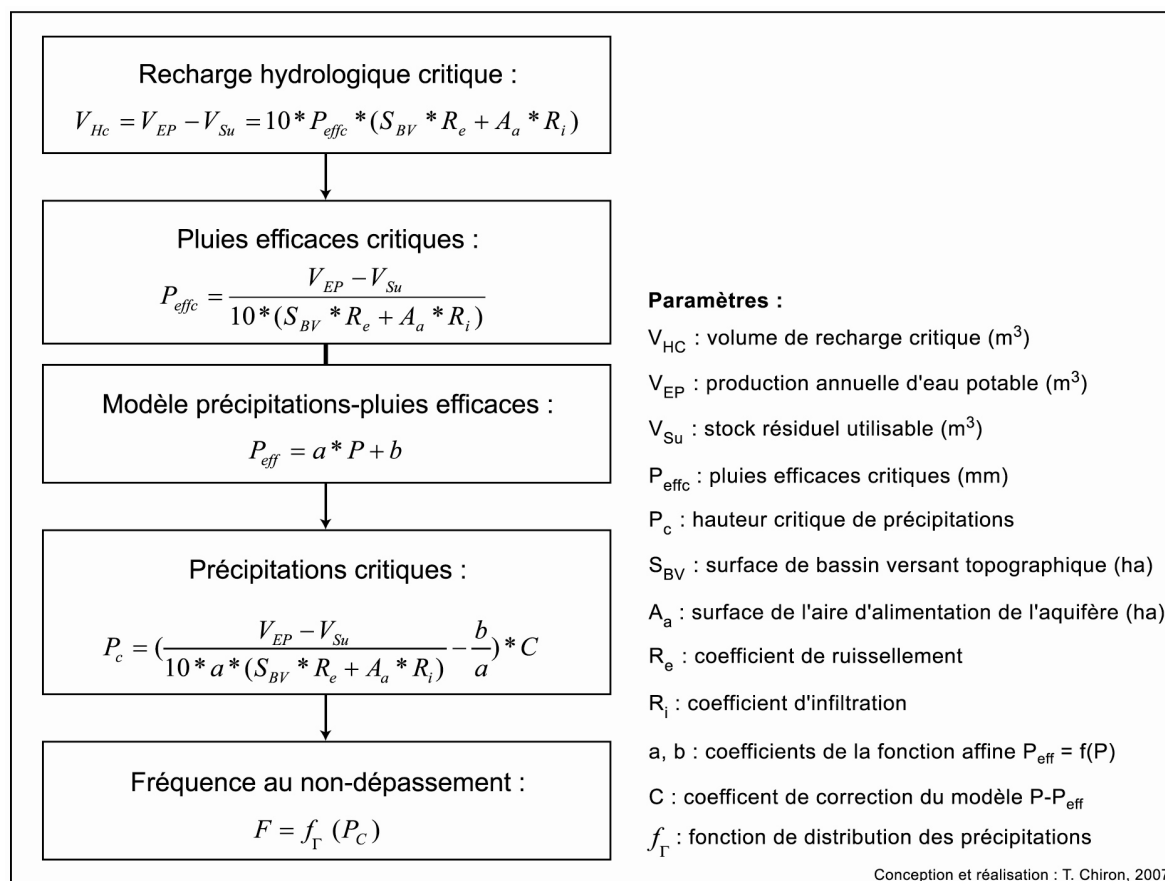
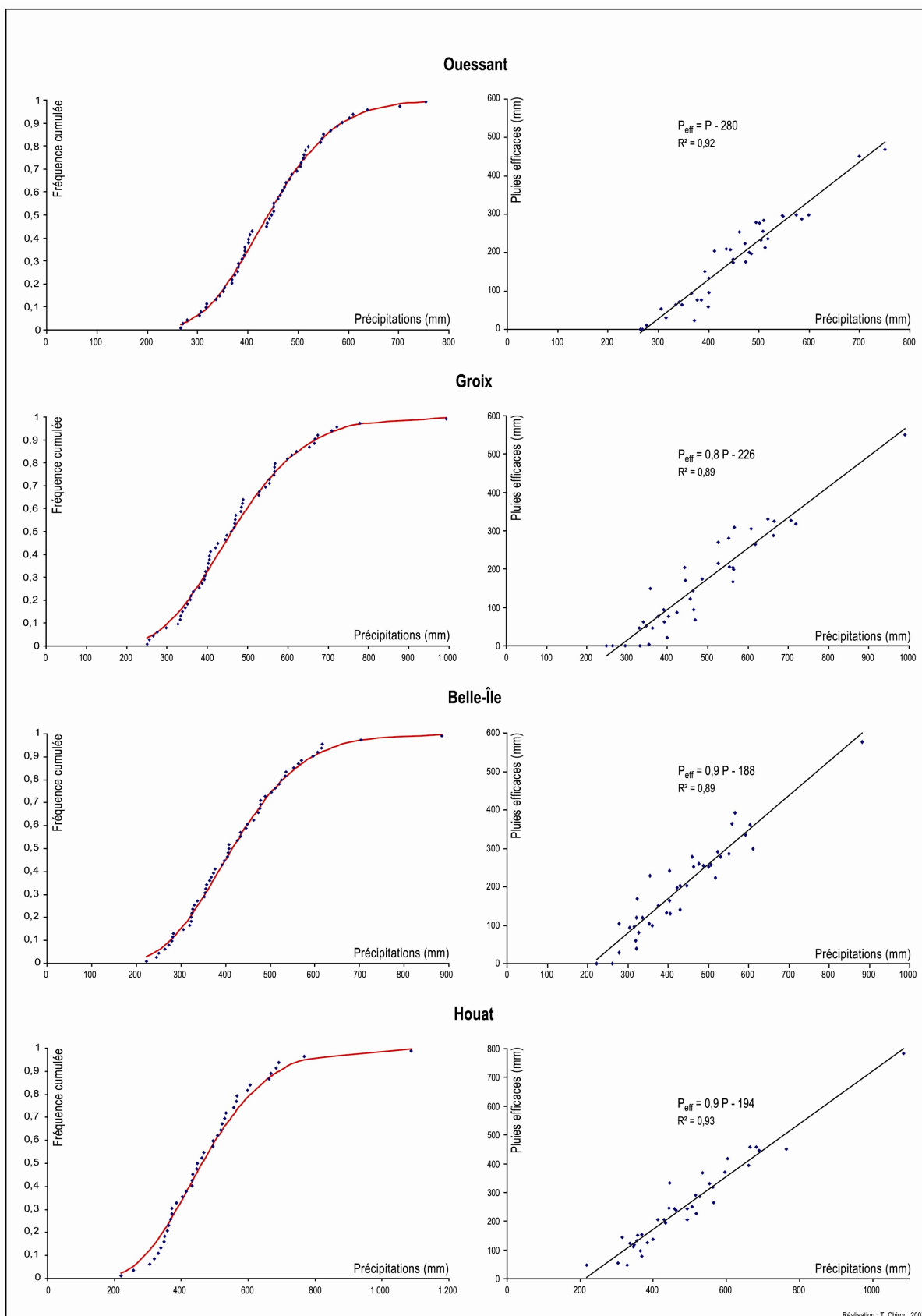


Figure 9.9 : Distributions des précipitations selon une loi Gamma incomplète et corrélations précipitations-pluies efficaces du premier semestre hydrologique.



2.2.3. Un paramètre primordial : le stock résiduel utilisable

Le stock résiduel d'eau utilisable à l'issue d'une année hydrologique moyenne définit les conditions hydrauliques initiales pour l'année suivante. Le stock résiduel d'eau est constitué des réserves superficielles (barrages et réservoirs de stockage) et, le cas échéant, du volume utile de l'aquifère ; il est estimé à partir des simulations de l'état des ressources en eau des îles établies précédemment à partir des modèles hydrauliques de chacune des îles (fig.9.3 à 9.6). Si les cas ouessantins et bellilois sont assez simples à traiter, celui des quatre autres mérite plus d'attention quant aux conditions initiales.

Pour l'île d'Ouessant, le déstockage annuel est de l'ordre de 40 000 m³ engendrant un stock résiduel en septembre de quelque 15 000 m³. De plus, la dégradation de la ressource superficielle en fin de saison sèche engendre souvent l'impossibilité d'exploiter la quantité résiduelle d'eau : quelque 10 000 m³ seraient ainsi inexploitable à Ouessant. Le stock résiduel utile est donc de 5 000 m³. La production d'eau annuelle était, ces dernières années, proche de 65 000 m³. A Belle-Île, le déstockage annuel moyen est de l'ordre de 400 000 m³ : le stock résiduel en fin d'année hydrologique est alors de 450 000 m³. De plus, les derniers 100 000 m³ de réserve superficielle sont difficilement exploitables en raison de la dégradation de la qualité des eaux brutes : le stock résiduel utilisable est donc de 350 000 m³.

Pour les îles exploitant les eaux souterraines, la problématique est sensiblement la même : durant la période de non recharge hydrologique des aquifères insulaires (second semestre hydrologique), c'est le stock constitué quasi exclusivement pendant le premier semestre hydrologique qui est mobilisé. S'ensuit un déstockage qui conditionne la réserve d'eau disponible à l'entame d'une nouvelle année hydrologique. C'est justement le stock résiduel utilisable qui est délicat à déterminer : faut-il considérer les capacités nominales de pompage ou les volumes utiles des aquifères estimés selon les simulations d'évolution des réserves hydriques insulaires ? Cette seconde proposition est finalement adoptée dans un double souci de sécurité, d'une part, et de respect des préconisations de pompage durant la saison sèche, d'autre part. Le volume résiduel utilisable est constitué des réserves hydrauliques et aquifères. Pour l'île de Houat, le déstockage au second semestre hydrologique est de l'ordre de 17 000 m³ : les réserves hydriques constituées par les réservoirs de stockage (12 100 m³) et le potentiel aquifère (22 000 m³) chutent ainsi à quelque 17 000 m³ à la fin du mois de septembre. Sur l'île voisine d'Hoëdic, le déstockage des réserves hydriques (7 600 m³ de réserve hydraulique et 17 000 m³ de réserve aquifère) est de l'ordre de 12 000 m³ : le stock résiduel est, par conséquent, d'environ 12 600 m³.

Enfin, les îles de Groix et Molène ont recours à des ressources en eau mixtes : eaux superficielles et souterraines. Pour la première, l'estimation des réserves aquifères est fondée sur les débits d'exploitation des forages en saison sèche, soit 47 000 m³ ; la réserve superficielle est, quant à elle, constituée d'un barrage dont la capacité est de 160 000 m³. Le déstockage annuel moyen de ces réserves est de l'ordre de 115 000 m³ : le volume résiduel se situe alors autour de 92 000 m³. En considérant que les derniers 20 000 m³ de la réserve superficielle risquent d'être inexploitable à cause de la dégradation de la qualité de l'eau brute, le stock résiduel utilisable est donc d'environ 70 000 m³. Pour Molène, la réserve hydrique compte les citernes communales (1 500 m³ sans la Citerne des Anglais) et l'aquifère, dont le volume utile a été évalué assez précisément : 6 000 m³. Afin de simplifier le schéma d'exploitation des réserves

hydriques, la recharge induite par les impluviums n'est intégrée au modèle de prévision que pour le premier semestre hydrologique, alors qu'en réalité elle a également lieu au cours du second semestre sous l'effet des précipitations printanières et estivales (fig.9.7). Le déstockage étant de l'ordre de 4 500 m³, le stock résiduel utilisable en fin d'année hydrologique atteint 3 000 m³.

3. Analyse du risque de pénurie d'eau sur les îles autonomes

3.1. Le risque de pénurie : vulnérabilité physique et aléa climatique

3.1.1. Un indicateur de vulnérabilité : l'autonomie hydraulique critique

Parmi les neuf îles non raccordées au continent, les îles de Grande-Île dans l'archipel de Chausey et de Saint-Nicolas-des-Gléan sont régulièrement ravitaillées en eau douce par bateau depuis les communes littorales dont elles dépendent administrativement : respectivement Granville et Fouesnant. L'île de Sein s'est, quant à elle, affranchie dès 1976 de l'absence de ressource hydrique en produisant son eau potable par désalinisation de l'eau de mer. En somme, seules six îles ont conservé une insularité hydraulique strictement fondée sur l'exploitation de ressources hydriques conventionnelles endogènes pour satisfaire les besoins en eau potable de leurs populations permanentes et touristiques : Ouessant, Molène, Groix, Belle-Île, Houat et Hoëdic. L'évaluation de leurs ressources hydriques est fondée sur le diagnostic des volumes de stockage (lacs de retenue et réservoirs) et l'estimation du volume exploitable des aquifères insulaires selon les capacités nominales de pompage et les recommandations techniques d'exploitation³⁷⁷ et, en dernier ressort, l'arbitrage des modèles hydrauliques développés précédemment pour Houat, Hoëdic et Molène. Le degré d'autonomie hydraulique critique de l'île est alors défini comme le ratio entre le volume des besoins anthropiques en eau et celui des ressources hydriques disponibles. En agrégeant des données tant physiques que sociales, l'autonomie hydraulique insulaire est un indicateur simple, mais pertinent pour mesurer la vulnérabilité des îles : elle traduit la durée pendant laquelle elles peuvent vivre sur leurs propres réserves en eau sans que celles-ci ne soient réalimentées naturellement.

Tableau 9.3 : Autonomie hydraulique critique des îles situation en 2005.

<i>Îles</i>	<i>Besoins annuels (m³)</i>	<i>Potentiel hydrique (m³)</i>			<i>Autonomie hydraulique (années)</i>
		Stockage superficiel	Potentiel aquifère	total	
Belle-Île	580 000	850 000	-	850 000	1,4
Houat	25 000	12 100	22 000	34 100	1,4
Hoëdic	17 000	7 600	17 000	24 600	1,2
Groix	175 000	160 000	47 000	207 000	1,2
Molène	6 500	1 750	6 000	7 750	1,2
Ouessant	65 000	55 000	-	55 000	0,9

Les îles dont l'autonomie hydraulique est inférieure à deux ans restent ainsi vulnérables à l'aléa sécheresse : l'insuffisance ou pire l'absence de reconstitution de leur réserve au cours de l'automne et de l'hiver risquent d'engendrer une rupture de l'alimentation en eau potable des populations îliennes au cours de l'été ou au début de

³⁷⁷ Voir chapitre 4.

l'automne suivant. En se référant aux données de l'année 2005, les situations d'autonomie hydraulique des six îles sont hétérogènes (tab.9.3).

Aucune des îles autonomes hydrauliquement ne présente *a priori* une autonomie hydraulique critique supérieure à un an. Les îles de Houat et Hoëdic, où seules les ressources souterraines sont exploitées, présentent des autonomies hydrauliques critiques de 1,4 et 1,2 an. Celle de l'île de Groix, qui dispose de ressources d'origine mixte – superficielle et souterraine – est légèrement inférieure à un an (1,2). Ces valeurs sont cependant estimées à partir des résultats de leurs modèles hydrauliques ou des préconisations de pompage : leurs capacités de pompage leur offrent structurellement une autonomie plus importante puisque les volumes annuels qui peuvent être pompés atteindraient respectivement 50 000, 44 000 et 140 000 m³. Ainsi, l'autonomie peut être réévaluée à la hausse : de l'ordre de 1,7 an pour Groix et 2,5 ans pour Houat et Hoëdic. Ces dernières semblent dans une situation de pérennité de la production d'eau potable dans l'état actuel (Chiron, 2007).

La situation hydraulique des îles de Belle-Île et Molène est mieux connue, et potentiellement plus préoccupante. La première peut compter sur des réserves superficielles capables de couvrir ses besoins pendant près d'une année et demie, environ quatorze mois pour la seconde. Quant à l'île d'Ouessant enfin, les besoins annuels en eau sont plus importants que sa capacité de stockage : son autonomie hydraulique n'est en effet que de 0,8 an. Cependant, les discordances entre modèle hydraulique superficiel et observations de terrain plaident pour une ressource disponible nettement sous-évaluée du fait, vraisemblablement, de l'entretien des ruissellements par la nappe phréatique de surface au moins pendant le printemps.

3.1.2. Le risque contemporain de pénurie d'eau

L'ensemble des paramètres nécessaires au calcul des hauteurs de précipitations critiques du premier semestre hydrologique a été évalué dans les chapitres et paragraphes précédents (tab.9.4). Il ne reste alors qu'à tabuler sur Excel® la formule donnant ces précipitations critiques (fig.9.8) et d'en déterminer la fréquence d'occurrence au non-dépassement (tab.9.5).

Les résultats mettent en évidence une bivalence des situations hydrauliques insulaires : d'une part, les îles du Morbihan, Belle-Île, Houat et Hoëdic qui sont caractérisées par un risque au plus décennal ; d'autre part, les îles de la mer d'Iroise, Ouessant et Molène, pour lesquelles le risque de pénurie est plutôt d'ordre quinquennal (tab.9.5). Fondés sur les données moyennes de la période 2000-2005, de tels résultats sont à prendre avec la précaution requise pour quatre des six îles. Concernant Houat et Hoëdic, et encore plus particulièrement Groix, le modèle de calcul intègre un volume utile d'aquifère *a priori* sous-estimé, mais, quoi qu'il en soit, basé sur les données techniques d'exploitation des forages. Quant à l'île d'Ouessant, conformément aux constatations de terrain (notamment l'absence de pénurie en 2005), il a déjà été souligné à plusieurs reprises l'importance présumée des phénomènes hydrologiques de subsurface dans l'entretien de la recharge des barrages. *A contrario*, les modèles hydrauliques bellilois et molénais sont bien connus, ce qui présume de la pertinence des résultats les concernant.

Tableau 9.4 : Paramètres des calcul de la fréquence d'occurrence du risque de pénurie (situation moyenne de la période 2000-2005).

<i>Paramètres</i>	<i>Belle-Île</i>	<i>Ouessant</i>	<i>Groix</i>	<i>Houat</i>	<i>Hoëdic</i>	<i>Molène</i>
V _{EP} (m ³)	580 000	65 000	175 000	25 000	17 000	6 500
V _{Su} (m ³)	350 000	5 000	92 000	17 000	12 600	3 000
S _{BV} (ha)	1 000	150	90	-	-	0,57
R _e	1	1	0,75	-	-	0,75
A _a (ha)	-	-	985	190	140	10
R _i	-	-	0,25	0,5	0,75	0,75
a	0,9	1	0,8	0,9	0,9	1
b (mm)	-188	-280	-226	-194	-194	-280
C	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15

Le risque de pénurie d'eau est donc vraisemblablement surévalué pour Houat, Hoëdic, Groix et Ouessant. Néanmoins, la méthodologie offre une base solide de comparaison spatio-temporelle des situations hydrauliques insulaires :

- les ressources souterraines de Houat et Hoëdic garantissent la meilleure sécurisation des productions d'eau potable avec un risque vicennal par ailleurs surévalué ;
- les potentialités superficielles de Belle-Île lui confèrent une pérennité de production d'eau jusqu'à l'aléa décennal. En 2005, l'insuffisance des précipitations enregistrées au premier semestre hydrologique (261 mm), a effectivement engendré une pénurie d'eau, ce qui tend à corroborer les résultats du modèle ;
- la mixité des ressources hydriques de l'île de Groix est essentielle puisque l'exploitation de l'aquifère local maintient le risque à une fréquence minorée d'une année sur quatre. En 2005, la hauteur de précipitations du premier semestre hydrologique était de 298 mm : l'île n'a pourtant pas connu de pénurie d'eau pourtant prévue par le modèle. Le niveau du barrage de Port-Melin a cependant atteint son niveau le plus bas depuis 2003, confirmant une certaine précarité hydraulique³⁷⁸. Quoi qu'il en soit, le modèle groisillon de prévision du risque n'est définitivement pas satisfaisant ;
- la situation hydraulique de Ouessant est *a priori* aussi délicate que celle de sa voisine Molène puisqu'elles risquent une pénurie d'eau une année sur quatre. L'île de Molène était d'ailleurs au bord de la crise hydrique en 2005, et ne doit son salut qu'à la mixité de ses ressources en eau.

³⁷⁸ Entretien avec Arnaud Le Gall, ingénieur hydrogéologue au Conseil Général du Morbihan, à Vannes, le 27 mars 2006.

**Tableau 9.5 : Estimation du risque de pénurie d'eau
au cours de la période 2000-2005.**

<i>Îles</i>	<i>Pluies efficaces critiques (mm)</i>	<i>Hauteur de précipitations critiques (mm)</i>	<i>Fréquence d'occurrence (années)</i>
Belle-Île	23	270	1/11
Ouessant	40	368	1/4
Groix	26	363	1/4
Houat	8	259	1/17
Hoëdic	4	253	1/20
Molène	93	373	1/4

3.1.3. Analyse rétrospective des situations hydrauliques belliloise et molénaise de la fin des années 1980

A la fin des années 1980, la précarisation hydraulique de Belle-Île (fig.9.4) est induite par la forte croissance de la demande en eau (fig.6.12) et se traduit par une autonomie hydraulique inférieure à l'année (environ huit mois) : la capacité de stockage est constituée des deux barrages de Bordilla et Antoureau, soit 330 000 m³ pour des productions annuelles d'eau potable de l'ordre de 450 000 m³. La surface de bassins versants captée est, quant à elle, de 750 ha (tab.9.6). Pour l'île de Molène, la situation est également très précaire : la ressource en eau repose uniquement sur les deux impluviums susceptibles de collecter annuellement quelque 3 000 m³, soit la production annuelle d'eau potable. De plus, la réserve hydraulique molénaise se limite à 1 750 m³, lui conférant une autonomie de sept mois seulement. Le calcul des précipitations critiques sur l'île de Molène est ici quelque peu modifié, étant donné que la ressource n'est constituée que de la récupération des eaux de pluie tout au long de l'année : la fréquence d'occurrence est celle des hauteurs annuelles de précipitations, qui s'ajustent également à une distribution selon une loi Gamma incomplète validée par le test de Kolmogorov-Smirnov. Par ailleurs, le modèle précipitations-pluies efficaces n'est pas nécessaire dans ce cas, le coefficient de correction des précipitations critiques est donc égal à 1 (tab.9.6).

Le risque de pénurie d'eau est important sur les deux îles : il est d'ordre quinquennal pour Belle-Île et biennal pour Molène. Ainsi, c'est une année sur cinq où les précipitations du premier semestre hydrologique risquent de ne pas être suffisantes à Belle-Île pour reconstituer le stock des deux barrages ; la fréquence n'est que d'une année sur deux à Molène qui, chaque été, craint la pénurie et s'apprête à demander le secours de la Marine nationale. Les îles de Molène et de Belle-Île sont en situation de pénurie quasi chronique ; la sécheresse trentennale du premier semestre de 1989 ne fera que révéler

l'importance de leur déficit structurel, et enclenchera la construction de nouveaux équipements hydrauliques sur ces deux îles, respectivement en 1989 (forages) et 1993 (barrage de Borfloc'h). Ces infrastructures augmentent considérablement les potentiels hydrauliques molénais et bellilois, infléchissant simultanément le risque de pénurie. Celui-ci n'est plus que vicennal en 1995 à Belle-Île. La menace d'une rupture de stock d'eau reste d'autant plus prégnante à Molène que l'accroissement des productions d'eau potable dans les années 1990, suite au développement des réseaux d'alimentation en eau potable, fragilise la pérennité du système hydraulique de l'île.

Tableau 9.6 : Paramètres de calcul de la fréquence d'occurrence de la pénurie d'eau sur les îles de Belle-Île et Molène, avant et après la crise de 1989.

<i>Paramètres</i>	<i>Belle-Île</i>		<i>Molène</i>	
	1989	1995	1989	1995
$V_{EP} (m^3)$	450 000	500 000	3 000	4 000
$V_{Su} (m^3)$	0	460 000	0	1 000
$S_{BV} (ha)$	750	1 000	0,57	0,57
R_e	1	1	0,75	0,75
$A_a (ha)$	-	-	-	10
R_i	-	-	-	0,75
a	0,9	0,9	-	1
$b (mm)$	-188	-188	-	-280
C	1,15	1,15	1	1,15

Rendue indiscutable après la pénurie d'eau de 1989, l'optimisation des infrastructures hydrauliques insulaires belliloises et molénaises répond favorablement au déficit structurel constaté. Le risque de pénurie n'est pourtant réduit que temporairement : les mesures de gestion ne reposent, en effet, que sur l'offre, et non sur la demande qui ne cesse de croître. Le déstockage engendré des réserves est de plus en plus important et nécessite en conséquence une recharge hydrologique plus volumineuse (tab.9.7).

Tableau 9.7 : Estimation rétrospective du risque de pénurie d'eau sur les îles de Belle-Île et Molène, avant et après la crise de 1989.

	<i>Année de référence</i>	<i>Autonomie hydraulique (années)</i>	<i>Précipitations critiques (mm)</i>	<i>Fréquence d'occurrence (années)</i>
Belle-Île	1989	0,75	317	1/5
	1995	1,7	247	1/18
	2005	1,4	270	1/11
Molène	1989*	0,6	702	1/2
	1995	2,6	366	1/5
	2005	1,2	373	1/4

* calcul sur l'ensemble de l'année hydrologique.

3.1.4. Les conséquences hydrauliques de la crise de 2005 à Belle-Île

La pénurie d'eau de 2005 a de nouveau souligné l'insuffisance du système hydraulique bellilois face à un déficit pluviométrique au premier semestre hydrologique. La vulnérabilité hydraulique de l'île a baissé entre 1989 et 2005 à la faveur d'une meilleure autonomie hydraulique. Paradoxalement, l'analyse rétrospective de l'évolution du risque de pénurie d'eau montre que celui-ci a certes diminué, mais a continué de s'amplifier depuis la construction du troisième barrage : l'extension des surfaces pourvoyeuses d'eau de 7 à 10 km² ne suffit pas à compenser celle des besoins qui n'ont cessé de croître au cours des années 1990.

A l'issue de l'année hydrologique 2004, le stock résiduel réel est de 280 000 m³, un déstockage important de la réserve ayant été enregistré au cours du second semestre hydrologique (fig.9.2). Dans ces conditions, la hauteur critique de précipitations du premier semestre hydrologique de 2005 est de 279 mm, alors que le cumul de précipitations effectivement enregistré est de 264 mm. L'erreur induite par le modèle précipitations-pluies efficaces explique cette différence modeste de 5,5 %, mais ne remet pas en cause les ordres de grandeur des fréquences d'occurrence : le modèle retourne une fréquence d'occurrence d'une année sur dix, alors que la fréquence associée aux hauteurs réelles de précipitations est d'une année sur treize.

En réponse à la crise hydrologique de 2005, l'installation de stations de pompage des eaux de ruissellement dans des bassins versants supplémentaires a permis d'augmenter les surfaces réceptrices de 10 km² à près de 24 km² au début de l'année 2006, soit une augmentation de 240 %. Bien que la réserve hydrique se maintienne à 850 000 m³, cela permet théoriquement de mobiliser plus facilement les volumes requis, même au cours d'années peu arrosées, en maximisant l'exploitation de la lame d'eau écoulée. Dans les mêmes conditions initiales de stock résiduel, l'accroissement du potentiel hydrique de l'île entre 2005 et 2006 a permis d'augmenter la fréquence d'occurrence de la hauteur critique de précipitations du premier semestre à une année sur quinze (tab.9.8).

Tableau 9.8 : Estimation rétrospective du risque de pénurie d'eau à Belle-Île, avant et après la pénurie de 2005.

<i>Île</i>	<i>Année</i>	<i>Surface captée de bassins versants (ha)</i>	<i>Précipitations critiques (mm)</i>	<i>Fréquence d'occurrence (années)</i>
Belle-Île	2005	1 000	279	1/10
	2006	2 400	256	1/15

La persistance de la sécheresse au début du premier semestre hydrologique 2006 a fait craindre une nouvelle pénurie : la dégradation de la qualité des eaux brutes du stock résiduel contenu dans les barrages (71 400 m³ au 1^{er} janvier 2006)³⁷⁹ a justifié, par principe de précaution, la distribution de 80 000 bouteilles d'eau par la société délégataire du service d'eau, la SAUR³⁸⁰. De plus, une unité mobile de dessalement d'eau de mer de la Sécurité Civile a été installée le 24 décembre 2006 afin de pallier le manque d'eau potable³⁸¹. Finalement, la reprise des écoulements en février 2006 assurera la recharge totale des barrages à la fin du mois d'avril suivant. La crise de 2005 a cependant révélé la fragilité du système bellilois ; parmi les solutions étudiées pour sécuriser l'approvisionnement, le dessalement semble la plus appropriée³⁸².

3.2. Evolution prospective du risque de pénurie sur les îles autonomes

3.2.1. Estimation des stocks résiduels utiles

Les projections sur l'évolution des productions d'eau potable aux horizons 2010, 2020 et 2030 (scénarios H1 et H2) montrent une tendance croissante plus ou moins sensible selon les îles³⁸³. Dans l'état actuel des équipements hydrauliques, elle engendre inéluctablement une précarisation de leur autonomie hydraulique et augmente de fait le risque de pénurie : les volumes à mobiliser croissent, alors que les ressources exploitables restent les mêmes. En postulant une distribution moyenne mensuelle des productions d'eau potable similaire aux constatations actuelles, le déstockage des réserves hydriques au cours du second semestre hydrologique est de l'ordre des deux tiers des productions annuelles. En reprenant le modèle de calcul du risque (fig.9.8), le stock résiduel utilisable en fin d'année hydrologique est égal à la différence de la recharge hydrologique et du déstockage ; pour les réserves superficielles, il faut soustraire les volumes résiduels inutilisables inhérents à la détérioration de la qualité de l'eau en fin de stock. Ces conditions initiales définies, il est facile de déterminer le stock résiduel utilisable selon les résultats des scénarios H1 et H2 (tab.9.9). Les résultats montrent évidemment une décroissance temporelle des stocks résiduels utilisables en fin d'année hydrologique, les déstockages augmentant dans les deux scénarios. La situation hydraulique se dégrade tout particulièrement à Ouessant où la capacité de stockage superficiel ne suffit plus, dès

³⁷⁹ *Le Monde*, 23 juillet 2006.

³⁸⁰ *Le Monde*, 28 décembre 2005.

³⁸¹ *Le Monde*, 28 décembre 2005.

³⁸² Entretien avec M. B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau, à Vannes, le 27 mars 2006.

³⁸³ Voir chapitre 6.

2010, à compenser le déstockage. A l'horizon 2030, ce sont ainsi 6 300 à 10 900 m³ qui pourraient manquer chaque année (tab.9.10). Si ces résultats montrent une précarisation inquiétante des conditions hydrauliques de l'île, ils méritent d'être relativisés compte tenu de la mauvaise connaissance des phénomènes hydrologiques locaux.

Tableau 9.9 : Estimation des stocks résiduels utilisables (V_{su}) selon les scénarios H1 et H2 (en m³).

Îles	Scénario	2010	2020	2030
Ouessant	H1	0	0	0
	H2	0	0	0
Molène	H1	2 400	780	0
	H2	2 900	1 800	750
Groix	H1	63 300	57 900	52 500
	H2	65 000	54 300	43 700
Belle-Île	H1	269 500	181 000	92 400
	H2	340 700	295 300	250 000
Houat	H1	15 800	14 000	12 100
	H2	16 600	15 000	13 500
Hoëdic	H1	11 600	10 700	9 800
	H2	12 700	11 700	10 600

Tableau 9.10 : Estimation du déficit de stockage à Ouessant selon les scénarios H1 et H2 (en m³)

	Scénario	2010	2020	2030
Déficit de stockage (m ³)	H1	1 900	6 300	10 900
	H2	1 000	3 700	6 300

3.2.2. Prospective et risque de pénurie à court et moyen termes

Le stock résiduel utilisable étant connu, il ne reste qu'à calculer les hauteurs de précipitations critiques du premier semestre et d'en déterminer la fréquence d'occurrence. L'augmentation des productions d'eau selon les scénarios prospectifs H1 et H2 induit inévitablement une augmentation du risque de pénurie d'autant plus importante que le scénario est défavorable. Si les résultats sont peu crédibles pour les îles de Groix et Ouessant dont les modèles ne sont pas satisfaisants, ils mettent en évidence une précarisation hydraulique modérée pour les îles de Houat et Hoëdic. Selon l'un ou l'autre des scénarios par ailleurs très proches, le risque de pénurie augmente environ d'une année par décennie pour se stabiliser autour d'une valeur de référence d'une année sur quinze (tab.9.11 et 9.12).

La croissance des besoins en eau des Molénais à court et moyen termes semble condamner cette île à la chronicité de la pénurie d'eau : dans la prospective proposée par le scénario H2, celle-ci sera biennale à l'horizon 2030, ce qui devrait conduire la municipalité à réfléchir à des solutions techniques alternatives (dessalement) pour

pérenniser la production d'eau potable. A Belle-Île enfin, si le scénario H1 est indubitablement très pessimiste, les projections montrent une convergence du risque vers l'aléa décennal (tab.9.11 et 9.12).

Les ressources hydriques souterraines de Houat et Hoëdic offrent les meilleures garanties à moyen terme, d'autant plus que les projections sur les productions d'eau restent raisonnables et devraient atteindre rapidement un maximum. Les systèmes hydrauliques insulaires reposant sur les ressources superficielles sont plus vulnérables à l'aléa climatique, à l'instar de Belle-Île, Ouessant, voire Groix. Pour ces îles à faciès continental, si ces systèmes étaient adaptés aux besoins des années 1970-1980, leur forte croissance depuis deux décennies et surtout les projections à moyen terme (2030) remettent définitivement en cause leur durabilité. Il en est de même pour Molène où la question de la pénurie d'eau est de loin la plus sensible puisqu'elle pourrait devenir chronique à moyen terme. Pour ces îles, de nouvelles stratégies de gestion de leurs ressources en eau sont à chercher urgemment, et pourraient s'appuyer sur les technologies de dessalement, lesquelles seraient particulièrement bien adaptées au contexte insulaire et au souhait des gestionnaires locaux de s'affranchir des contraintes climatiques.

Tableau 9.11 : Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H1 (croissance linéaire des productions d'eau potable).

<i>Îles</i>		<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>
Ouessant	P_C (mm)	376	381	386
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/3
Molène	P_C (mm)	403	462	508
	Fréquence (années)	1/3	1/2	1/1
Groix	P_C (mm)	381	387	393
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/3
Belle-Île	P_C (mm)	264	276	288
	Fréquence (années)	1/13	1/10	1/8
Houat	P_C (mm)	263	270	276
	Fréquence (années)	1/16	1/14	1/13
Hoëdic	P_C (mm)	258	260	263
	Fréquence (années)	1/18	1/17	1/16

Tableau 9.12 : Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H2 (croissance des productions d'eau potable selon la constructibilité).

<i>Îles</i>		<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>
Ouessant	P_C (mm)	375	378	381
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/4
Molène	P_C (mm)	386	425	463
	Fréquence (années)	1/3	1/2	1/2
Groix	P_C (mm)	379	391	403
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/3
Belle-Île	P_C (mm)	255	261	267
	Fréquence (années)	1/15	1/13	1/12
Houat	P_C (mm)	261	266	272
	Fréquence (années)	1/17	1/15	1/14
Hoëdic	P_C (mm)	254	257	261
	Fréquence (années)	1/19	1/18	1/17

3.3. Sécuriser durablement l'alimentation en eau potable : quelles solutions alternatives ?

3.3.1. Dessaler l'eau de mer : la panacée hydraulique pour les îles ?

Les solutions techniques immédiates pour améliorer la situation hydraulique des îles d'Ouessant, Groix et Belle-Île seraient d'augmenter les surfaces de ruissellement captées – comme ce fut le cas à Belle-Île suite à la pénurie de 2005, voire de construire des réservoirs supplémentaires, notamment à Ouessant. Se pose cependant le problème d'espace et de constructibilité, comme le soulignait déjà P. Singelin (1977) : « Le stockage ou le captage de l'eau consomme un espace rare et détériore souvent le paysage (réserves d'eau à Houat et Hoëdic, impluvium à Molène) ». Surtout, il semble que la production d'eau potable par dessalement demeure une alternative technologique intéressante comparativement aux autres ressources en eau, dites conventionnelles : « Desalination, compared to more conventional water supply related interventions, may take an advantageous position in terms of economic costs and environmental impact »³⁸⁴ (Manoli *et al.*, 2004). De plus – mais cela est-il réellement étonnant de leur part ? – les compagnies de construction des usines de dessalement plaident pour un coût de production d'eau dessalée raisonnablement bas et compétitif par rapport aux moyens conventionnels : « Most of the construction companies of desalination plants postulate that the cost of desalinated water is reasonably low and competitive with other conventional water sources »³⁸⁵ (Avlonitis, 2002).

La solution du dessalement est en cours de finalisation à Belle-Île où la nouvelle filière de potabilisation devrait intégrer une unité de dessalement par osmose inverse. Assurant un traitement tertiaire de l'eau potable produite (ultrafiltration), l'osmoseur pourra également être utilisé pour dessaler directement l'eau de mer en cas d'insuffisance des réserves superficielles. Les objectifs de gestion sont de garantir, à la fin du premier semestre hydrologique, un stock d'eau superficielle capable de satisfaire les productions d'avril à septembre³⁸⁶. Une capacité de nominale de 50 m³/h, à un fonctionnement journalier de 20 heures, assurerait annuellement une ressource supplémentaire non conventionnelle de 365 000 m³, lesquels se substituent au volume de recharge critique en s'ajoutant au stock résiduel utilisable. En terme de prévention du risque de pénurie d'eau, c'est une avancée considérable pour Belle-Île qui, selon le scénario H2, ne craindrait plus qu'un aléa d'ordre vicennal (tab.9.13).

La solution technique du dessalement selon le modèle sénan serait également la garantie de la pérennité de la production d'eau potable pour Ouessant et Molène, voire Groix. Pour la première, cela réglerait notamment le problème crucial de son déficit structurel de stockage qui pourrait se poser à court terme (2010). Mais, à la lumière des expériences houataises et sénanes, cette technologie induira immanquablement un risque économique en déséquilibrant les budgets municipaux et en entraînant inéluctablement

³⁸⁴ Comparée aux expériences rapportées d'approvisionnement en eau à partir de ressources hydriques plus conventionnelles, le dessalement peut occuper une position avantageuse en termes de coûts économiques et d'impact environnemental.

³⁸⁵ La plupart des compagnies de construction d'usines de désalinisation affirme que le coût de l'eau dessalée est raisonnablement bas et compétitif avec d'autres ressources conventionnelles en eau.

³⁸⁶ Entretien avec B. Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, à Vannes, le 18 octobre 2006.

une forte hausse du prix de l'eau en l'absence d'externalisation des coûts de fonctionnement.

Tableau 9.13 : Evolution prospective comparée du risque de pénurie d'eau à Belle-Île avec l'option du dessalement.

<i>Scénario</i>	<i>Paramètres</i>	<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>
H1	V _{Su} (m ³)	634 500	546 000	457 400
	P _C (mm)	245	257	268
	Fréquence (années)	1/20	1/15	1/12
H2	V _{Su} (m ³)	705 700	660 300	615 000
	P _C (mm)	235	241	247
	Fréquence (années)	1/25	1/21	1/18

3.3.2. Quid de la récupération des eaux de pluie ?

Bien que posant un certain nombre de problèmes réglementaires et sanitaires (Chéron et Puzenat, 2004), la récupération des eaux de pluie peut-elle constituer une solution pertinente à moyen terme ? Dans une interview récente, B. Barraqué certifie que « c'est très intéressant là où la demande a atteint le plafond de ce que le service public peut offrir. En Bretagne, où la ressource est fragile, non seulement rare mais polluée, cela permet de ne pas aller plus loin, plus cher »³⁸⁷. En outre, les Molénais et les Sénans, ainsi que les Chausiais ont encore majoritairement recours à l'eau de pluie, et ce depuis le XIX^e siècle et l'introduction de l'ardoise dans la construction des toits (Corbel, 1999). Elle est utilisée principalement pour les eaux de service : chasse d'eau, lavage du linge, nettoyages et arrosage du jardin. Pourtant, les îliens regrettent « l'abandon progressif des citernes traditionnelles, notamment dans le cas de la construction de maisons neuves. La recherche de solutions individuelles peut dans ce domaine s'avérer plus pertinente que le recours à des solutions techniquement élaborées, mais coûteuses, ou dépendantes du continent » (Brigand, 2002).

En moyenne, ces usages pourraient représenter quelque 44 % des volumes consommés annuellement dans une résidence avec un jardin (tab.9.14). Ces chiffres corroborent les faibles ratios de consommation d'eau par abonné à Molène et Sein (30 m³/an/abonné), lesquels sont plus de deux fois moins élevés que sur les autres îles (70 m³/an/abonné) (tab.6.5). Raisonnablement, il est donc permis d'espérer 40 % d'économie annuelle grâce à l'utilisation des eaux de pluie. Dans la projection du scénario H2, l'installation de citernes de récupération des eaux météoriques pour les nouvelles résidences infléchirait la droite des productions d'eau. Ce scénario H2cit induit mécaniquement une tendance à la baisse du risque de pénurie d'eau en minimisant les projections des productions d'eau potable aux horizons 2010, 2020 et 2030 (tab.9.15). Comparativement aux résultats pour le scénario H2, le bénéfice de la récupération domestique des eaux de pluie n'est pas sensible (tab.9.16). L'effet sur les productions d'eau potable à moyen terme (2030) n'est pas significatif, induisant dans le meilleur des cas (Belle-Île), une baisse de 9 % des projections. En conséquence, le risque de pénurie

³⁸⁷ *Libération*, 13 mai 2006.

reste globalement inchangé, sauf peut-être à Molène où la fréquence des précipitations critiques se stabilise à une année sur trois. Seule une politique massive d'équipement en citernes des résidences existantes pourrait infléchir significativement les projections : une telle solution reste inopportune car elle nécessiterait d'importants et onéreux travaux dans les résidences à équiper (double réseau).

Tableau 9.14 : Utilisation potentielle des eaux de pluie pour les besoins domestiques.

<i>Type d'eau</i>	<i>Usage</i>	<i>Volume annuel Consommé (m³)</i>
Eau du réseau	Boisson	1
	Alimentation	6
	Bains et douches	39
	Vaisselle	10
	Total	56
Eau de pluie	Sanitaires	20
	Lavage du linge	12
	Jardin	6
	Divers	6
	Total	44
	Total	100

Source : SAUR-France ; Cheron et Puzenat, 2004.

Tableau 9.15 : Synthèse de la prospective sur les productions d'eau selon les scénarios H2 et H2cit (en m³).

<i>Îles</i>	<i>Scénario</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	<i>Ecart 2030 (%)</i>
Ouessant	H2	67 000	69 000	73 000	77 000	
	H2cit	67 000	68 200	70 600	73 000	- 5
Molène	H2	6 500	7 300	8 900	10 500	
	H2cit	6 500	7 000	7 950	8 900	- 15
Sein	H2	12 000	12 600	13 800	15 000	
	H2cit	12 000	12 350	13 000	13 800	- 8
Groix	H2	175 000	183 000	199 000	215 000	
	H2cit	175 000	179 800	189 400	199 000	- 7,5
Belle-Île	H2	580 000	614 000	682 000	750 000	
	H2cit	580 000	600 400	641 200	682 000	- 9
Houat	H2	25 000	26 200	28 600	31 000	
	H2cit	25 000	25 700	27 150	28 600	- 7,75
Hoëdic	H2	17 000	17 800	19 400	21 000	
	H2cit	17 000	17 500	18 450	19 400	- 7,5

Tableau 9.16 : Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H2cit.

<i>Îles</i>		<i>2010</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>
Ouessant	P_C (mm)	374	376	378
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/4
Molène	P_C (mm)	379	402	425
	Fréquence (années)	1/4	1/3	1/3
Groix	P_C (mm)	376	384	391
	Fréquence (années)	1/4	1/4	1/3
Belle-Île	P_C (mm)	254	257	261
	Fréquence (années)	1/15	1/15	1/13
Houat	P_C (mm)	260	263	266
	Fréquence (années)	1/17	1/16	1/15
Hoëdic	P_C (mm)	253	255	257
	Fréquence (années)	1/20	1/19	1/18

3.3.3. L'exception molénaise résistera-t-elle ?

La récupération individuelle des eaux de pluie demeure un enjeu primordial sur l'île de Molène où, en 2005, les capacités de stockage des citernes particulières totalisent plus de 3 100 m³, alors que les citernes communales ne peuvent contenir que 1 750 m³. En outre, l'utilisation de cette eau permet de limiter les consommations annuelles moyennes des abonnés du service d'eau molénaï à une trentaine de mètre cubes. Dans l'exposition consacrée à la gestion locale de l'eau : « Histoires d'eau à Molène, ou le combat des Molénaï pour l'eau douce du V^e siècle à nos jours », la crainte de l'abandon progressif des citernes particulières est justifiée par le vieillissement de la population permanente et la généralisation des résidences secondaires. La mise en place des branchements particuliers et la modernisation du réseau d'eau peuvent, à terme, supprimer le souci de récupération d'eau météorique et l'usage des citernes. Les citernes vont-elles disparaître suite à un défaut d'usage et d'entretien ? Les gestes ancestraux et ataviques de récupérer l'eau du ciel vont-ils tomber dans l'oubli ?

Un inventaire exhaustif a été réalisé au printemps 2006 en collaboration avec la mairie de l'île. Originellement, il s'agissait de réaliser la cartographie précise de l'ensemble des citernes particulières afin que les services d'incendie départementaux disposent d'un diagnostic précis du type, du volume et de la localisation des citernes. En cas d'incendie, ils pourront installer des motopompes dans les citernes les plus grandes et les plus accessibles. La méthode d'inventaire est très simple. Tous les bâtiments ont été répertoriés dans un tableau et codifiés de la façon suivante : la lettre C indique la présence d'une citerne, la lettre N son absence. Connaissant l'ensemble des résidences, M. Berthelé, régisseur d'eau municipal, a procédé à l'énumération systématique de toutes les citernes de l'île qui ont été caractérisées et localisées sur le plan de l'île au 1/1 000 (tab.9.17).

Tableau 9.17 : Tableau de recensement des citernes particulières de l'île de Molène.

<i>Code</i>	<i>Nom, Prénom</i>	<i>Type de résidence</i>	<i>Présence de citerne</i>	<i>Type de citerne</i>	<i>Volume (m³)</i>	<i>Date de construction</i>	<i>Compteur d'eau</i>
C58	Corolleur, Jean	permanent	oui	enterrée	26	1961-1977	Oui
N62	Corolleur, Bruno	permanent	non	-	-	avant 1961	Oui

Trois types de citernes sont distingués sur l'île selon leur construction et l'accessibilité à la réserve d'eau (fig.9.10) :

- les citernes dites « hautes », construites en hauteur comme leur appellation l'indique, et le plus souvent accolées à un pignon de maison, mais aussi parfois désolidarisée de la maison afin d'éviter les problèmes d'humidité ; l'accès est situé à hauteur d'homme ;
- les citernes enterrées, enfouies dans le sol et pouvant faire office de terrasse, avec un accès au niveau du sol ;
- les citernes semi enterrées, modèle hybride des deux précédents, et dont l'accès se situe à une hauteur approximative d'un mètre en général.

Une analyse diachronique a été menée à partir des données collectées afin de dresser un diagnostic exhaustif et rétrospectif du parc des citernes particulières et communales. Les années de construction des résidences inventoriées ont été déterminées d'après les photographies aériennes de l'île de 1961, 1978, 1991 et l'orthophotographie de 2000. Seules, trois citernes ont été abandonnées d'après les indications de MM. Berthélé et Corolleur ; l'hypothèse retenue est donc la très probable contemporanéité de la construction de la résidence et de la citerne. La comparaison des parcs de résidence recensés officiellement (données INSEE) et d'après les photographies aériennes (données de l'inventaire 2006) montre une erreur notable en 1961 et 1978, l'inventaire comptabilisant respectivement près de 13 % et 5 % de résidences en plus (tab.9.16). La différence provient de la localisation des maisons sur les photographies aériennes, notamment sur celle de 1961 qui est de mauvaise qualité, ainsi que de probables modifications du statut des logements recensés (division ou regroupement de propriétés).

Tableau 9.18 : Erreur d'estimation du parc de citernes à partir de l'analyse diachronique des photos aériennes de l'île de Molène.

<i>Année</i>	<i>Données INSEE</i>	<i>Données inventaire</i>	<i>Différence (%)</i>
1961	172	197	12,7
1978	233	245	4,9
1991	266	266	0
2005	287	287	0

L'exploitation des résultats de l'inventaire diachronique des citernes molénaïses met d'abord en évidence l'importance de la capacité de stockage des installations particulières : en 2005, elle est de 3 167 m³, soit près de deux fois plus importante que la capacité de stockage des citernes communales (fig.9.10a). Depuis 1961, l'augmentation du volume total des citernes particulières est presque exclusivement due à la construction de citernes enterrées : cela s'explique facilement par la construction des nouvelles résidences en périphérie du bourg ancien, lesquelles ont bénéficié des améliorations techniques d'excavation et des pompes individuelles dont l'installation est rendue possible avec l'électrification de l'île (fig.9.11). *A contrario*, les citernes hautes sont concentrées dans le bourg et sont caractéristiques d'un bâti plus ancien : l'eau pouvait alors être soutirée de la citerne par gravité au moyen d'un simple robinet. Les volumes moyens des citernes enterrées sont plus importants que ceux des deux autres types de citerne (12 m³ pour les citernes hautes, 13 m³ pour les citernes semi-enterrées) ; ils ont d'ailleurs connu une augmentation sensible de 13 m³ à 20 m³ entre 1961 et 2005 témoignant d'une adaptation aux besoins domestiques contemporains croissants (fig.9.10c). Pourtant minoritaires en nombre avec 45 % du parc résidentiel de l'île, ce sont les résidences principales qui comptabilisent la plus grande capacité de stockage, avec une majorité de citernes enterrées (fig.9.10b). En outre, la comparaison du parc de citernes semble indiquer une prévalence des résidences secondaires dans le bâti ancien, en lien avec le jeu des héritages et du marché local de l'immobilier (Buhot, 2006).

La part de résidences non équipées de citernes n'est, quant à elle, pas négligeable puisqu'elle concerne 24 % du parc résidentiel en 2005. Une fois de plus, la différence entre résidences principales et secondaires est intéressante : 69 % des maisons sans citerne sont actuellement des résidences secondaires, contre 31 % pour les résidences principales. Elles sont localisées, pour la plupart, dans le bourg où la concentration de l'habitat peut expliquer l'absence de citerne faute d'espace suffisant. De plus, certaines citernes pouvaient, par le passé, être communes à plusieurs foyers, ce qui, dans le jeu des divisions et des changements de propriété, explique que certaines résidences n'aient plus de citernes privatives aujourd'hui. Faut-il y voir une menace pour la pérennité de l'usage des eaux de pluie si l'augmentation de la part des résidences secondaires se confirmait ? Si, depuis 1961, les nouvelles constructions sont majoritairement équipées de citernes, la tendance s'est inversée depuis 1991 : dix-sept résidences (neuf principales et huit secondaires) ont été construites sans citerne, parmi lesquelles les logements sociaux, contre huit seulement avec citernes (fig.9.10d). Les causes sont doubles :

- la sécurisation de la production d'eau potable après la pénurie de 1989 et la mise en exploitation des forages a permis le développement d'un réseau de distribution d'eau potable à domicile : cette eau en abondance et de qualité n'incite pas à la récupération des eaux de pluie, contraignante à cause de l'entretien des citernes, surtout pour des populations vieillissantes ou intermittentes ;
- le coût de construction d'une citerne et surtout d'un double réseau de distribution domestique induisent un surcoût qui, dans le contexte foncier inflationniste de l'île, n'est vraisemblablement pas négligeable pour les nouveaux propriétaires ; de plus, les permis de construire peuvent être suspendus par la Direction Départementale des Affaires Sociales et Sanitaires (D.D.A.S.S.) si ce double réseau n'est pas conforme.

Le maintien de l'usage des citernes de récupération des eaux de pluie participe de la pérennité déjà fragile du système hydraulique molénaïse. Son abandon précipiterait

indubitablement l'île dans une situation de précarité hydraulique extrême qui l'obligerait à recourir au dessalement de l'eau de mer. La municipalité repousse pourtant cette option technologique depuis de nombreuses années, craignant de ne pouvoir faire face aux dépenses de fonctionnement d'un osmoseur. C'est dans ce sens que la mairie a fait rajouter au P.L.U. cette recommandation qui n'a cependant aucune valeur obligatoire : « La construction d'une citerne personnelle est vivement recommandée de façon à gérer plus sûrement les réserves d'eau limitées de la commune ».

Figure 9.10 : Diagnostic de l'évolution du parc de citernes de stockage des eaux pluviales de l'île de Molène entre 1961 et 2005.

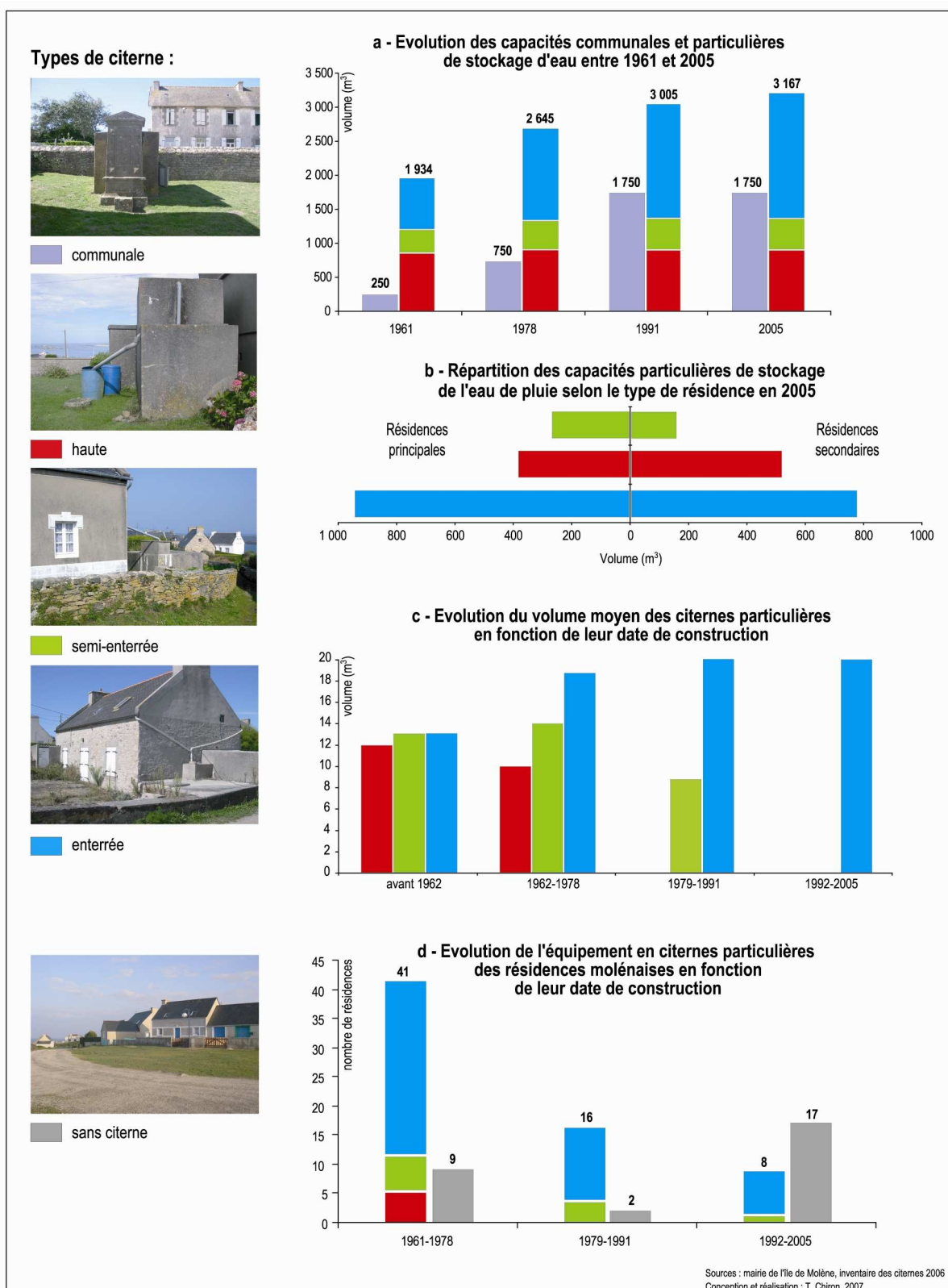
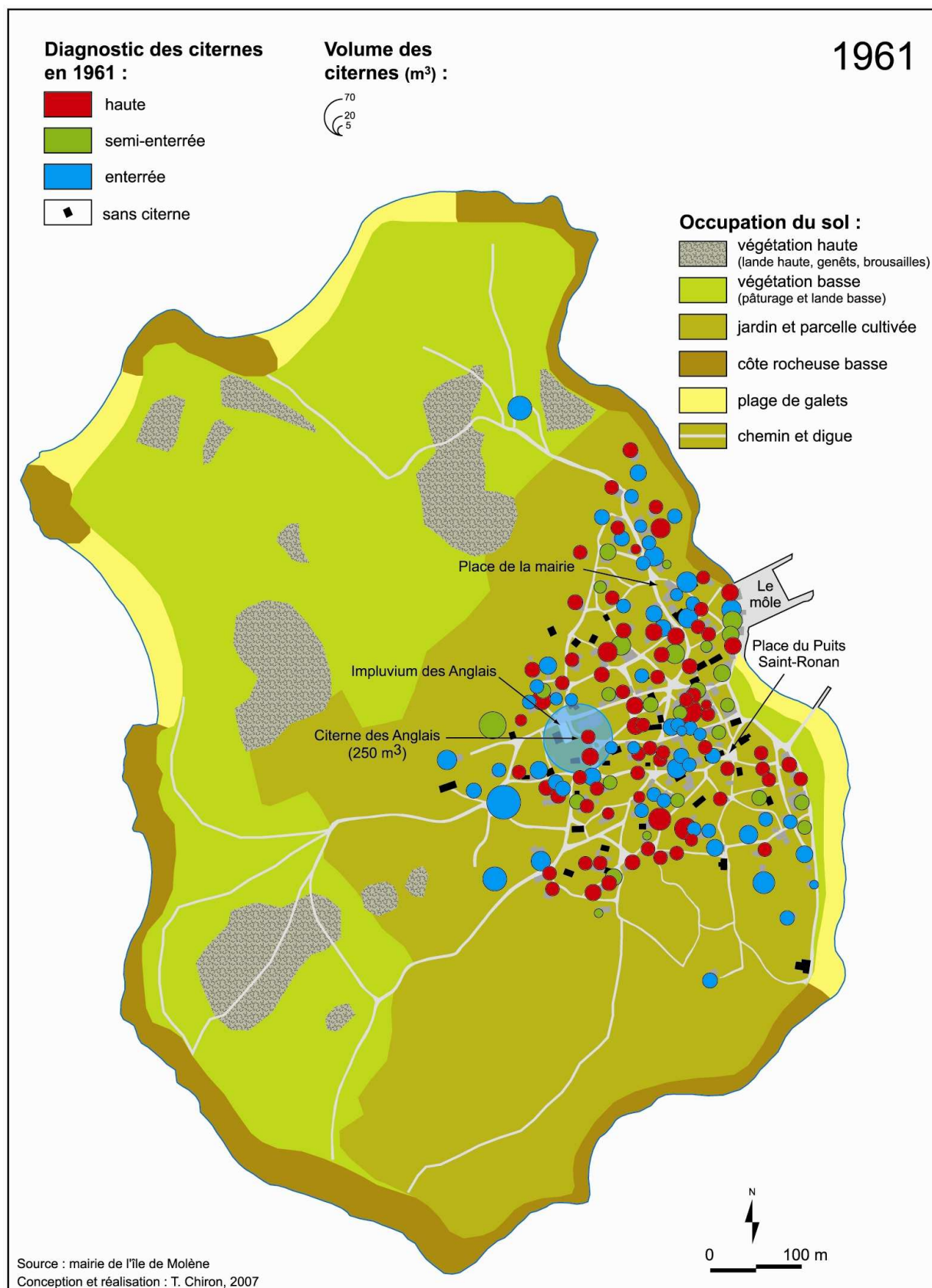
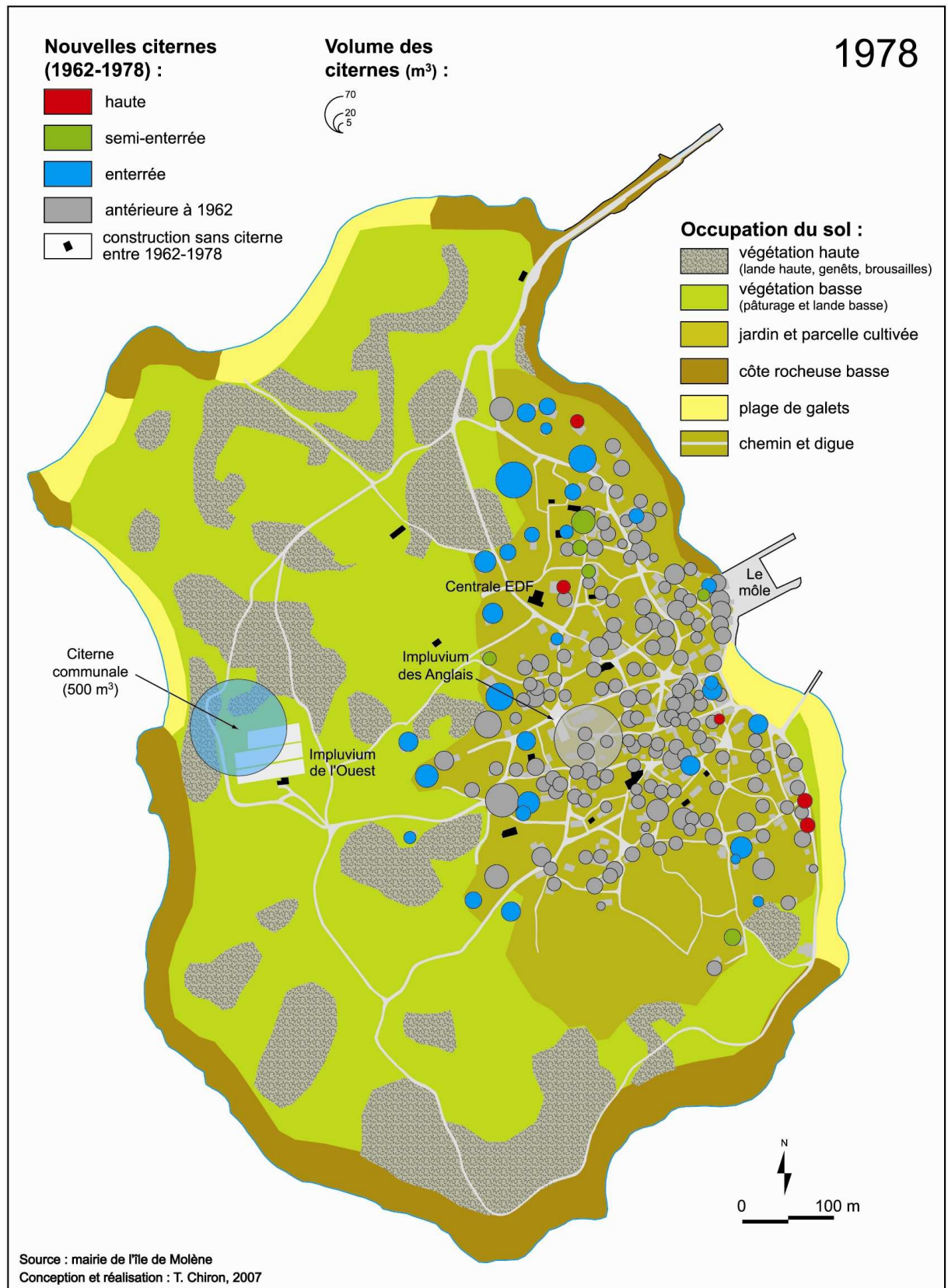


Figure 9.11 (a) : Inventaire des citernes de stockage des eaux pluviales de l'île de Molène (1961).



**Figure 9.11 (b) : Inventaire des citernes de stockage
des eaux pluviales de l'île de Molène (1978).**



**Figure 9.11 (c) : Inventaire des citernes de stockage
des eaux pluviales de l'île de Molène (1991).**

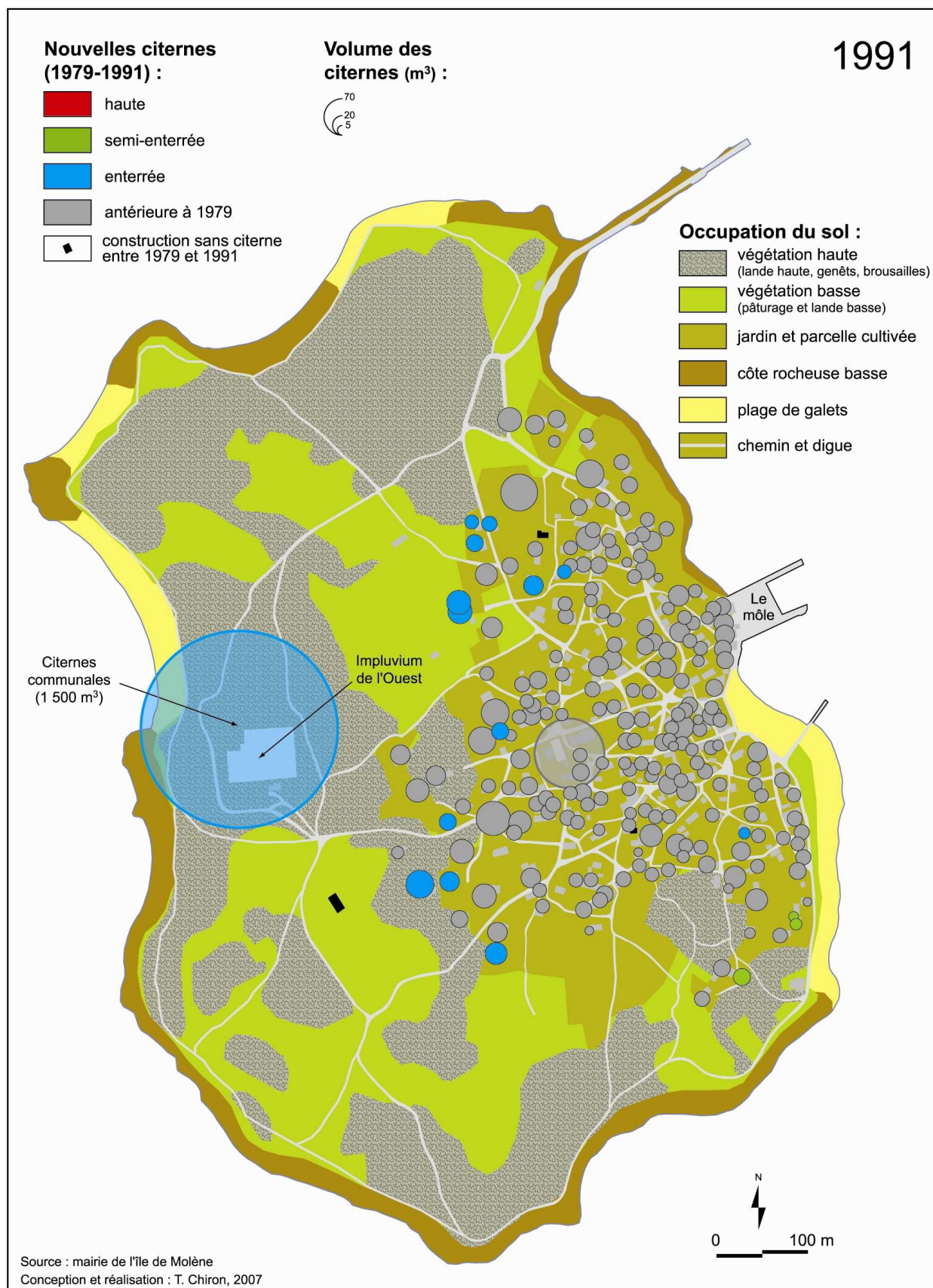
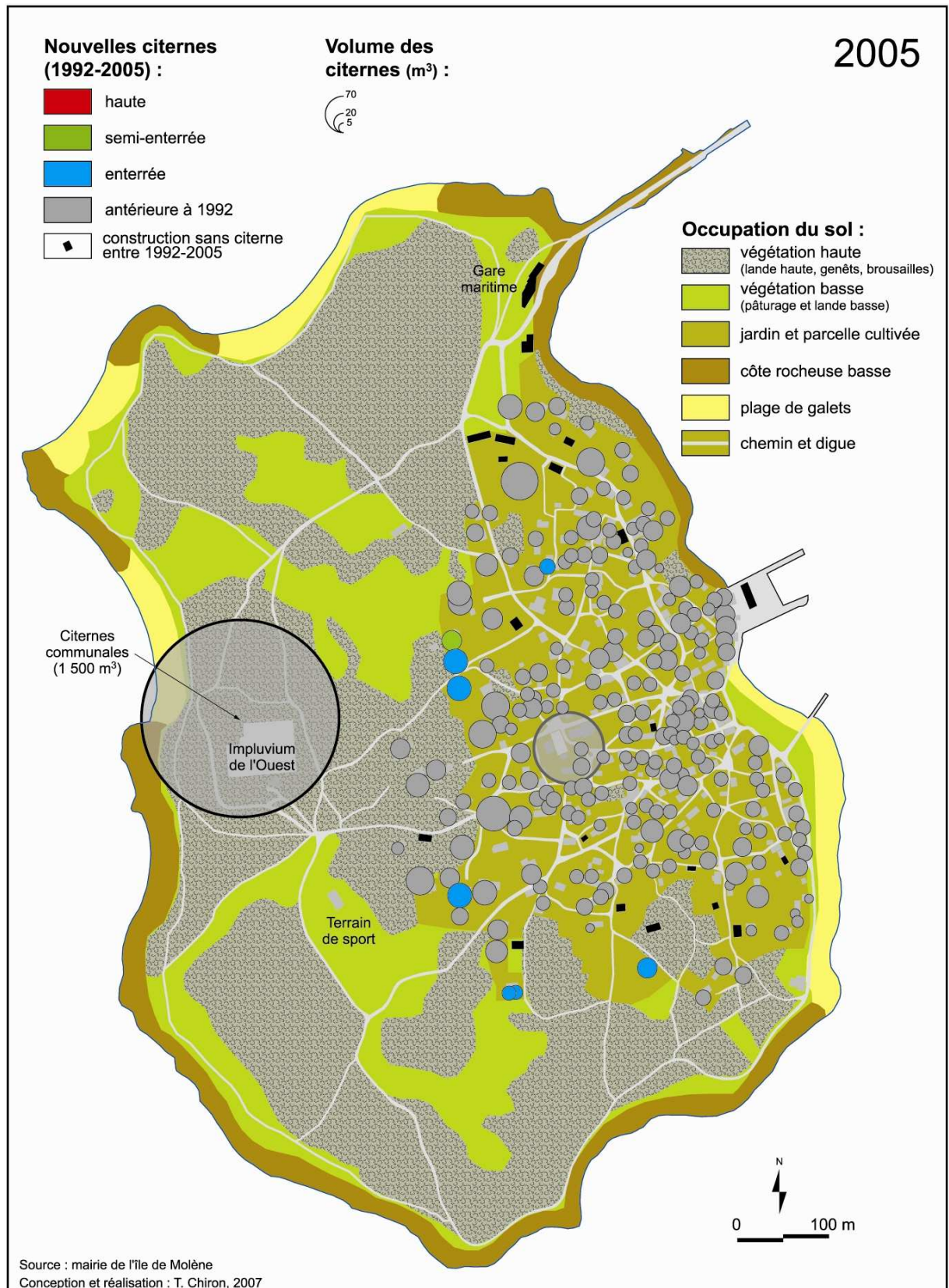


Figure 9.11 (d) : Inventaire des citernes de stockage des eaux pluviales de l'île de Molène (2005).



Conclusion de la quatrième partie

La démarche méthodologique présentée propose donc deux indicateurs complémentaires estimant la vulnérabilité hydraulique, d'une part, quantifiant le risque de pénurie d'eau, d'autre part. Ils donnent une définition statistique objective de ce dernier en agrégeant à la fois des paramètres structurels et sociaux (autonomie hydraulique), l'aléa climatique et des facteurs physiques et humains (risque de non satisfaction des besoins). Ils peuvent ainsi aider à une gestion rationnelle du risque de rupture de l'alimentation en eau potable en testant différents scénarios prospectifs sur l'évolution des besoins mais aussi celle des infrastructures. Ils sont susceptibles de fournir aux différents gestionnaires des arguments de prise de décision en fonction de l'acceptabilité du risque. Cette première tentative de caractérisation du risque de pénurie est cependant discutable dans les cas ouessantins et groisillons surtout : les modèles hydrologiques sont peu convaincants et devraient être affinés par des mesures de terrain afin d'établir de véritables modèles pluies-débits.

Les résultats rappellent combien les îles ont été et continuent, à des degrés de risque désormais quantifiés et comparables, d'être exposées aux pénuries d'eau induites par la conjugaison des sécheresses, de leurs limites physiques et des pressions anthropiques sur leurs ressources hydriques. Les sécheresses ont d'ailleurs souvent été des événements révélateurs de ces limites naturelles dans les politiques d'équipement hydraulique des îles (recherche d'eaux souterraines après la sécheresse de 1989). Si la plupart d'entre elles ont choisi de se raccorder aux réseaux continentaux, voire de dessaler l'eau de mer, pour s'affranchir de leur insularité hydraulique et de l'aléa climatique, les six îles qui l'ont conservée doivent toujours gérer la contrainte climatique et la restriction naturelle de leurs ressources en eau. Les exemples de Belle-Île et Molène illustrent combien elles ne sont pas égales à ce sujet : la taille de Belle-Île offre évidemment un potentiel hydrologique superficiel intéressant, voire sécurisant, alors que l'exiguïté de Molène la place déjà dans une situation critique face à ses développements futurs. Les solutions envisagées pour sécuriser la production d'eau potable à moyen terme n'écartent pas totalement des raccordements aux réseaux continentaux, notamment dans le cas de Belle-Île. Bien que privilégiés sur le continent, de tels transferts d'eau restent cependant très onéreux dans le cas des îles. Pour les plus petites et les plus éloignées d'entre elles, ils ne sont certainement pas compétitifs avec les technologies de dessalement de l'eau de mer.

La sécheresse n'est pas la seule menace climatique qui pèse sur les territoires insulaires : à plus long terme, les effets d'un changement climatique global qui semble aujourd'hui inéluctable risquent de modifier les conditions hydroclimatiques des îles ; de plus, la perspective d'une montée du niveau marin sera une source d'inquiétude supplémentaire compte tenu de ses conséquences sur les ressources souterraines insulaires. L'eau reste donc au cœur des enjeux des développements insulaires dont la durabilité dépend finalement de la résolution du dilemme entre limitation physique des ressources en eau et besoins anthropiques croissants.

CONCLUSION GENERALE :
Quelle(s) gestion(s) durable(s) des ressources en eau
sur les petites îles ?

Aboutissement d'une recherche de plusieurs années consacrée à la question de l'eau sur les îles, cette thèse a été l'occasion d'éprouver maintes fois la rigueur voire la pugnacité personnelle. Elle se veut une véritable expertise scientifique, laquelle constitue une première expérience professionnelle où les compétences de chercheur en géographie et d'ingénieur du génie de l'eau ont été mobilisées. Pourtant, au moment de conclure, et malgré des résultats concrets, l'angoisse de la vacuité du propos général resurgit, alimentée par un sentiment d'inachèvement. Au lieu d'être décourageant, cet inachèvement ouvre des perspectives de recherche intéressantes qui devront prolonger et étayer le bilan général de la thèse exposé ci-après. Elles devront d'abord s'attacher à en approfondir certains aspects méthodologiques tout en élargissant les champs géographique et thématique.

Ce travail apporte-t-il une réponse à la question principale : quelle gestion durable des ressources en eau et du risque de pénurie sur les petites îles ? Il convient de rappeler qu'il est le premier du genre et qu'il constitue en ce sens un document de référence sur l'histoire et la politique hydrauliques des îles bretonnes. Il en explique les paramètres géographiques et technico-économiques indispensables à l'approche holistique de la problématique. Sa conclusion est d'abord l'occasion de dresser un bilan synthétique des développements et résultats d'une thèse qui postule désormais une pluralité des modalités de gestion des ressources insulaires en eau. Ces modalités sont historiquement liées au contexte socio-économique des îles ainsi qu'à l'offre technique, et ont été marquées par les sécheresses majeures récentes. Finalement, la politique hydraulique des îles est rythmée par le phasage d'une gestion par l'offre dont la durabilité est hypothéquée par l'externalisation forcée des contraintes technico-économiques. Si ce double constat peut sceller définitivement l'analyse, la durabilité de la gestion ne doit-elle pas être repensée en terme d'acceptabilité du risque de pénurie ? C'est un aspect fondamental jusqu'alors négligé du triptyque élus-gestionnaires-usagers, lesquels ne se retrouvent pas seulement face à l'alternative suivante : opter pour de nouvelles technologies ou agir sur la demande, mais doivent réfléchir à une politique concertée plus ambitieuse en matière d'exemplarité environnementale.

Insularité hydraulique et sécheresses : le phasage d'une gestion par l'offre

Si l'eau a pu, jadis, être une préoccupation première des îliens, elle est depuis longtemps reléguée à un problème technique de second rang, supplantée par les problématiques foncières, immobilières voire d'éducation et de formation professionnelle, autrement plus cruciales pour le maintien de populations permanentes actives. Largement développée et illustrée, l'histoire hydraulique des îles de Bretagne enseigne en premier lieu que l'alimentation des populations insulaires est – évidemment – liée au contexte technique et social contemporain. Trois périodes sont clairement identifiées :

- l'avant-guerre, où les systèmes hydrauliques reposaient sur les points d'eau historiques (puits, fontaines et lavoirs), voire les usages traditionnels de l'eau de pluie avec les citernes, communales et particulières ;
- la période des Trente Glorieuses, avec la charnière centrale de la fin des années 1960 et du début des années 1970 où se sont conjuguées modernisation des infrastructures (réseau de distribution domestique) et sécheresses entre 1967 et 1976 ;

- le passage des années 1980 aux années 1990 où la sécheresse de 1989 a révélé la précarité hydraulique des îles encore autonomes.

Avant la modernisation hydraulique des îles de ces cinquante dernières années, l'alimentation en eau potable des populations insulaires bretonnes était assurée par des usages ataviques des points d'eau historiques, complétée sur certaines îles par la récupération des eaux de pluie. Les étés plus secs pouvaient conduire à des situations de pénurie aux conséquences sanitaires et sociologiques parfois graves (épidémies, tensions sociales). La mutation socio-économique que connaissent les sociétés insulaires à partir des années 1950 a profondément modifié les enjeux liés à la suffisance des ressources endogènes en eau. Si le raccordement hydraulique au continent n'était pas retenu à cause des contraintes technico-économiques dues à l'éloignement insulaire, les solutions envisagées étaient alors presque exclusivement orientées vers l'exploitation des eaux de surface. Ainsi, la période des Trente Glorieuses correspond à une première révolution hydraulique des îles bretonnes qui doivent se doter d'équipements modernes en adéquation avec les exigences socio-économiques de leurs populations.

Ce n'est qu'à la suite de la sécheresse de 1976 que se sont développées les recherches d'eau souterraine en Bretagne, grâce à l'amélioration des procédés de foration et de meilleures connaissances hydrogéologiques des milieux de socle. Cette deuxième révolution hydraulique n'intéressera les îles de Molène, Groix, Houat et Hoëdic qu'après la sécheresse de 1989 : ces progrès techniques leur permettront de faire face à la rareté relative de leurs réserves en eau en exploitant les aquifères insulaires. En révélant la précarité hydraulique des îles autonomes, la crise de 1989 marque une étape du phasage des modalités de gestion de leurs ressources en eau, encore commandées par l'offre : celle de la transition vers la rareté de l'eau (fig.1.1) (Turton, 1999).

A l'aube du XXI^e siècle, et après l'alerte de la sécheresse de 2005, la gestion des ressources en eau semble connaître une nouvelle phase, particulièrement à Belle-Île et Molène qui sont hydrauliquement les plus vulnérables. La transition vers un déficit relatif en eau conduit inéluctablement à une phase de gestion de la demande (fig.1.2) (*ibid.*). L'efficacité de production devra s'appuyer sur l'optimisation technologique qui seule pourra garantir le maintien de leur autonomie hydraulique. Le défi est cependant bien différent de celui des années 1960-1970 et de la fin des années 1980 : il ne s'agit plus – pour la plupart des îles hydrauliquement autonomes – de satisfaire les besoins croissants de leur population en optimisant l'exploitation de leurs ressources endogènes, mais bien de gérer cette demande, sous peine de connaître une nouvelle phase de précarisation hydraulique. Leur salut pourrait encore être technologique, avec le recours à des ressources non conventionnelles (dessalement de l'eau de mer) à moyen terme, puis une politique d'efficacité de l'allocation visant à infléchir les courbes de consommation à plus long terme. Ce second point est essentiel dans l'appréhension future de la question de l'eau sur des îles qui se trouvent aujourd'hui dans la situation décrite par A.-R. Turton (1999) : celle d'une transition vers le déficit en eau qu'il faut d'ores et déjà anticiper.

Externalité versus durabilité

Il est difficile, sinon impossible, de répondre précisément à la question fondamentale posée en introduction de cette recherche : y a-t-il (in)adéquation entre ressource hydrique insulaire et pression anthropique ? Pour cause, elle peut d'emblée être éludée par les possibilités techniques qui repoussent sans cesse les limites de disponibilité de la ressource et permettent d'adapter les flux d'eau aux exigences du territoire, plutôt

que d'adapter les actions territoriales aux structures et logiques de la gestion de l'eau (Narcy, 2000). Les îles n'ont pas dérogé à cette règle alors qu'une gestion de la demande plutôt que de l'offre aurait peut-être été mieux adaptée aux contraintes physiques locales. Les techniques classiques y ont été appliquées sans considérations spécifiques, si ce n'est la reconnaissance des handicaps structurels liés à l'insularité par le biais d'une politique d'aide financière favorable. Cette gestion marquée par une « course » aux équipements hydrauliques n'est cependant pas propre aux seules îles, mais aux communes rurales françaises en général (Barraqué, 1998), et s'explique finalement selon quatre facteurs conjoncturels et structurels :

- l'exigence sociale des populations insulaires de modernisation et d'uniformisation de leurs équipements par rapport aux communes continentales,
- la nécessité économique de disposer d'infrastructures capables de satisfaire les besoins engendrés par la montée du tourisme dans les économies insulaires,
- les limites techniques conditionnées par le progrès des connaissances scientifiques,
- la rentabilité économique des services d'eau : l'amélioration des équipements hydrauliques entraîne une augmentation de l'offre qui est rentabilisée en vendant plus d'eau.

Le raccordement aux réseaux hydrauliques continentaux a d'abord scellé sur le long terme la non durabilité de la gestion des ressources en eau des îles concernées : une telle solution rompt définitivement avec le concept même de durabilité en scindant territoire de la ressource et territoire des usages. Quant à la plupart des îles en situation d'autonomie hydraulique, la technicité des procédés de traitement et de monitoring a justifié la délégation des services d'eau afin de bénéficier de l'appui technique et surtout financier de partenaires publics et privés du continent. Il s'agit d'externaliser des coûts de fonctionnement insoutenables pour les budgets communaux des îles, voire de tirer avantage de la solidarité départementale grâce à la péréquation des prix dans le département du Morbihan (Groix, Belle-Île, Houat et Hoëdic). La gestion des ressources en eau sur ces îles peut-elle être considérée comme durable à partir du moment où elle est externalisée par voie de délégation de service et de péréquation des prix ? Cette subsidiarité constitue un compromis quasi inévitable pour une insularité hydraulique effectivement durable. Il n'en demeure pas moins qu'elle hypothèque conceptuellement la perspective de durabilité même des modalités de gestion. Territoires de l'offre et de la demande sont certes contenus dans un espace naturel et social bien défini, mais le territoire technico-économique ne coïncide plus avec les deux premiers, rompant le triptyque fondamental du développement durable : société-environnement-économie. Ce point de vue met en évidence une forme d'insoutenabilité technico-économique des usages de l'eau au regard de la disponibilité de la ressource : en ce sens, il y a bien inadéquation entre ressource hydrique et pression anthropique. Finalement, seules les îles de Molène et Sein continuent de gérer leurs services d'eau en régie, internalisant intégralement les coûts de fonctionnement. Cette indépendance totale infrastructurelle et décisionnelle n'est cependant pas sans conséquences sur le prix de l'eau qui y est nettement plus élevé que les moyennes régionale et nationale, surtout à Sein où l'eau est vraisemblablement la plus chère de France.

Propre aux îles, une typologie graduelle de la durabilité des modalités de gestion des ressources insulaires en eau est donc assujettie au degré d'autonomie hydraulique, à la fois structurelle et organisationnelle :

- la gestion n'est plus durable pour les systèmes hydrauliques totalement externalisés des îles reliées aux réseaux d'adduction d'eau continentaux ou approvisionnées par bateau ;
- la gestion n'est durable que du point de vue hydraulique pour les îles en situation d'autonomie hydraulique, mais qui ont externalisé les contraintes technico-économiques vers des structures extra insulaires (Ouessant, Groix, Belle-Île, Houat et Hoëdic) ;
- la gestion est *a priori* intégralement durable pour les îles en situation d'autonomie totale, tant structurelle qu'économique (Molène et Sein).

Repenser la durabilité en terme d'acceptabilité du risque

Révélaient le déficit structurel des îles, les sécheresses majeures de la seconde moitié du XX^e siècle ont influencé la politique de modernisation des équipements hydrauliques insulaires. La maîtrise du risque de pénurie d'eau est au cœur de la problématique tant les enjeux socio-économiques inhérents à la sécurisation de l'alimentation en eau potable sont essentiels pour les sociétés insulaires : il en va de l'image de marque de l'île et de leurs perspectives de développement urbanistique. L'acceptabilité de ce risque est une question éminemment politique qui doit intégrer à la fois contrainte naturelle, contentement social et faisabilité technico-économique. Si, de manière générale, « [...] la quête éperdue du « risque zéro » et le refus de la fatalité ont conduit à croire que la modernité a tout rendu maîtrisable » (Lageat, 2004b), la pénurie d'eau belliloise de 2005 a démontré que le risque n'était pas totalement jugulé pour toutes les îles.

Aussi la quantification du risque de pénurie par sa fréquence d'occurrence constitue-t-elle un indicateur de durabilité de leur autonomie hydraulique. La méthode proposée dans cette thèse s'appuie sur une démarche originale, intégrant les paramètres tant naturels qu'infrastructuraux et sociaux. Elle est cependant perfectible car elle est fondée sur des modèles hydrologiques et hydrauliques parfois peu fiables faute de données initiales suffisantes (Ouessant et Groix). *A contrario*, les modèles molénais et bellilois semblent quant à eux assez proches de la réalité. Les résultats offrent une base de comparaison spatiotemporelle des situations hydrauliques des îles autonomes mettant surtout en évidence la criticité des ressources de l'île de Molène et la précarisation de la situation à Belle-Île au cours des années 1990. Couplée à une prospective sur les besoins en eau à moyen terme (2030), la quantification du risque de rupture de l'alimentation en eau potable est susceptible de fournir aux responsables locaux une meilleure lisibilité sur l'avenir de leurs services d'eau. En fonction du risque qu'ils jugeront acceptable, ils pourront décider des politiques de gestion à mettre en œuvre en testant différentes options, qu'elles soient enclines à une gestion par l'offre (dessalement) ou à une gestion de la demande (récupération des eaux de pluie, campagnes de sensibilisation, maîtrise des consommations...).

De nouveaux défis technologiques pour les îles ?

Les stratégies insulaires de stockage de l'eau restent sous la menace de l'aléa climatique, menace plus ou moins prégnante selon les situations hydrauliques des îles bretonnes étudiées. S'affranchir de ce risque de pénurie pourrait inciter certaines îles comme Belle-Île et Molène à opter pour une ressource complémentaire non conventionnelle. Le dessalement de l'eau de mer semble techniquement bien adapté à des contextes de fortes fluctuations de la demande et de déphasage de l'offre : « desalination units can more closely follow demand variations »³⁸⁸ (Manoli *et al.*, 2004). Si l'expérience houataise ne fut concluante ni techniquement ni financièrement, l'île de Sein a pérennisé son autonomie hydraulique grâce aux différentes technologies de désalinisation de l'eau de mer depuis les années 1976-1977. Cependant, il s'agit de procédés onéreux en fonctionnement car très consommateurs d'énergie : plus de 40 % des coûts de production de l'eau potable sénégalaise sont dus à la facture énergétique. La municipalité vendant l'eau à perte, la répercussion sur le budget communal est importante et celle-ci doit subventionner son budget eau. La cherté de l'eau limite les consommations de l'eau du réseau, lesquelles sont plus de deux fois moins importantes que sur les autres îles. En outre, l'argument économique s'ajoute à un héritage culturel pour justifier le maintien de la récupération des eaux de pluie sur l'île. Belle-île devrait suivre l'exemple sénégalais mais bénéficiera de l'externalisation des coûts pour éviter toute inflation des prix et des budgets. Quant à l'île de Molène, ses réticences à l'installation d'une unité de dessalement de l'eau de mer sont compréhensibles car elle ferait littéralement exploser les finances locales.

Malgré les progrès technologiques des trente dernières années, U. Atikol et H.-S. Aybar (2005) confirment que l'adaptabilité des osmoseurs aux régions isolées est compromise par les limites structurelles de production électrique : « although RO [reverse osmosis] has emerged as the most feasible small-scale desalination technology, RO desalination is energy intensive and not a viable solution for remote regions where electricity is in short supply »³⁸⁹. La solution réside alors dans une production énergétique locale à partir des énergies renouvelables : les expériences à travers le monde s'avèrent majoritairement convaincantes (Tzen et Morris, 2003). La combinaison la plus utilisée est le dessalement par osmose inverse alimentée par énergie photovoltaïque, laquelle est particulièrement indiquée pour les petites unités installées dans des régions ensoleillées. L'énergie éolienne est quant à elle plus attractive sur les îles où il y a de bons régimes de vent et de surcroît de faibles surfaces planes sur lesquelles installer les capteurs photovoltaïques. Enfin, les procédés de distillation sont plutôt recommandés pour des stations à productions importantes ; les petites unités sont en effet caractérisées par des pertes calorifiques élevées, diminuant considérablement leur rendement énergétique (tab.C.1) (*ibid.*).

Sur l'île de Sein, la part de l'éolien pourrait ainsi représenter plus de 50 % de la demande énergétique totale (Transénergie, 2003). Ces systèmes hybrides sont d'ailleurs parmi les plus intéressants économiquement et environnementalement pour les zones isolées (Kaldellis et Kavadias, 2007). Mais leur faisabilité se heurte localement aux contraintes paysagères, voire aux réticences sociales qui inhibent toute politique énergétique ambitieuse et durable. Bien que plus grande que l'île de Sein avec ses 912 ha,

³⁸⁸ Les unités de dessalement peuvent suivre plus étroitement les variations de demande.

³⁸⁹ Bien que l'osmose inverse se révèle la technologie de dessalement la mieux adaptée aux productions à petite échelle, la désalinisation par osmose inverse nécessite beaucoup d'énergie et n'est pas une solution viable pour les régions isolées où la production électrique est limitée.

l'île irlandaise d'Inis Meain par exemple, l'une des trois îles d'Aran, est équipée de trois éoliennes qui fournissent l'électricité à l'usine de dessalement d'eau de mer ainsi qu'à la population, et qui de surcroît rapporte annuellement 15 000 € grâce à la revente des surplus de production au réseau national³⁹⁰. A l'instar d'Inis Meain, la durabilité tant hydraulique qu'énergétique des îles bretonnes optant pour le dessalement passerait-elle par une politique environnementaliste plus ambitieuse ?

Tableau C.1 : Combinaisons des technologies énergétiques et de dessalement.

<i>Source d'énergie renouvelable</i>	<i>Origine de l'eau salée</i>	<i>Technologie de dessalement</i>
Solaire	eau de mer	Distillation multi-effets
	eau de mer	Flash multi-étage
Photovoltaïque	eau de mer	Osmose inverse
	eau saumâtre	Osmose inverse
	eau saumâtre	Electrodialyse
Eolienne	eau de mer	Osmose inverse
	eau saumâtre	Osmose inverse
	eau de mer	Compression mécanique de vapeur
Géothermie	eau de mer	Distillation multi-effets

D'après Tzen et Morris, 2003.

Ambitionner l'exemplarité environnementale

Il est finalement regrettable que la politique de l'eau sur les îles côtières françaises n'ait relevé jusqu'alors que de choix technico-économiques, forcés par les aspirations de nos sociétés consuméristes enclines au confort, mais sans volonté affichée de durabilité environnementale. En outre, l'optimisation des technologies de dessalement leur offre la possibilité de persévérer dans cette voie. L'intérêt du dessalement est réel, et justifié dans les régions souffrant de déficit chronique en eau. La littérature technique enjoint les décideurs à intégrer les énergies renouvelables aux projets de désalinisation ; alors que le gisement éolien et solaire existe sur les îles bretonnes (Sein et Belle-Île), pourquoi aucun projet ne va dans le sens de la raison durable ? Bien sûr les développements de cette thèse se sont attachés à démontrer combien le risque de pénurie est d'autant plus prégnant que la pression anthropique sur la ressource hydrique relève d'exigences sociales et politiques très fortes. Ils montrent aussi combien cette culture de l'eau des populations insulaires, anciennement ancrée dans leurs préoccupations quotidiennes, s'est aujourd'hui perdue dans une course inéluctable aux équipements.

A l'heure où non seulement l'eau mais l'ensemble des questions environnementales, liées à l'énergie et aux déchets notamment, s'immiscent de façon inquiétante dans nos quotidiens, les îles ne devraient-elles pas assumer enfin ce rôle de

³⁹⁰ Intervention de M. Pol O'Foighil, séminaire de l'*European Small Islands Network* (ESIN) : « Public services and community », Inis Mor, Irlande, 27 avril 2006.

« miroirs déformants » (Péron, 1993) que leur prêtent nombre de « spécialistes » de l'insularité, scientifiques ou simples amoureux des îles ? Certes, les populations îliennes semblent parfois rejeter ce statut de laboratoire sociétal, mais jusqu'où peuvent-elles nier leur singularité géographique ? Lors de la pénurie d'eau de 2005, le maire de Le Palais n'affirmait-il pas que la situation de Belle-Île constitue une alerte pour le continent³⁹¹ ? Parce qu'indéniablement « les îles sont des révélateurs qui expriment le monde » (Bonnemaison, 1991), elles peuvent être les ambassadrices de l'exemplarité environnementale, dont elles ne tireraient qu'une valorisation de leur image symbolique.

Sur les îles du Ponant, la définition d'une politique de gestion intégrée de l'eau pourrait constituer le point d'appui d'une dynamique plus ambitieuse de développement durable, englobant les questions de l'énergie et des déchets. Aux Glénan, la réussite du programme LIFE³⁹²-Environnement : « Gérer l'environnement pour un tourisme durable dans l'archipel de Glénan », témoigne qu'une telle politique environnementale peut être menée à bien, malgré les nombreux facteurs liés à l'insularité qui ont rendu plus longues et plus complexes les démarches administratives et les réalisations sur le terrain (Jean, 2000). La question de l'eau y est centrale : la sécurisation des approvisionnements en eau potable et la maîtrise des rejets d'eaux usées vers le milieu ont été assurées par des actions complémentaires : pérennisation de l'usage de l'eau de pluie, mise en place de sanitaires sans rejets vers le milieu (toilettes sèches), sensibilisation du public... Le dispositif est complété par les constructions d'une éolienne et d'une barge de services permettant notamment d'évacuer les déchets triés. Cet exemple prouve la faisabilité de tels projets innovants qui, à l'échelle d'îles plus grandes, pourraient dans un premier temps axer leurs efforts sur la gestion de la demande.

Les perspectives de recherche : agir sur la demande !

Restée au sein de la seule sphère universitaire, la recherche souffre ici d'un ancrage institutionnel trop fort et devra chercher une légitimité et une reconnaissance auprès des gestionnaires des services d'eau eux-mêmes. La poursuite de l'investigation n'est envisageable qu'avec leur participation : elle n'est effectivement valable que si elle suscite un intérêt de la part des principaux intéressés. Le premier prolongement de la thèse doit approfondir la méthodologie d'analyse du risque, en s'appuyant sur des modèles hydrologiques plus convaincants. Elle mériterait également un redéploiement spatial plus ambitieux à la bordure côtière française notamment, à l'instar des départements du Morbihan où de la Vendée où la suffisance des ressources en eau face à la pression anthropique est une problématique latente³⁹³. Surtout, le second approfondissement méthodologique, et non des moindres, concerne l'investigation sociologique et le rapport sociétal à la ressource en eau. Sur ce point, deux axes de réflexion se dessinent d'ors et déjà, suite aux discussions avec les élus et les gestionnaires :

- le contrôle en temps réel des consommations individuelles,
- le rôle de l'usage des eaux de pluie dans les politiques de maîtrise de la demande,

³⁹¹ *Le Monde*, 28 décembre 2005.

³⁹² L'Instrument Financier pour l'Environnement.

³⁹³ Entretien téléphonique avec M. Bernard Simon, directeur du Syndicat Départemental de l'Eau du Morbihan, le 19 juin 2007.

Les techniciens en charge des services d'eau ont déjà recours aux méthodes de gestion en temps réel et à distance pour gérer les volumes produits et mis en distribution. Au moindre problème, ils interviennent très rapidement, jugulant tout gaspillage : « ils [ont] de nouveaux outils, en particulier toutes les technologies de gestion en temps réel, qui facilitent le passage d'une gestion à la demande » (Barraqué, 1998). L'application domestique de la télégestion n'en est que la déclinaison à l'échelle de l'habitat : « les usagers devront passer du statut de propriétaires ou de locataires aussi exigeants envers le service public qu'insouciant vis-à-vis de leurs propres usages, au statut d'usagers qualifiés et responsables » (*ibid.*). Grâce à des compteurs à affichage digital placés dans l'habitat de façon à être facilement consultables, il s'agit de faire reprendre conscience à l'utilisateur des volumes qu'il consomme et de l'enjoindre à rationaliser ses usages en connaissance de cause. Jusqu'alors, ces mesures d'économie d'eau ont pu paradoxalement être sujettes à caution de la part des gestionnaires qui, s'ils n'ont pas intérêt à gaspiller un bien économique qu'ils produisent et distribuent, ne peuvent se permettre de voir les volumes vendus baisser trop rapidement. C'est ce qu'explique le même B. Barraqué dans *Libération* : « si la consommation baisse trop et trop vite, l'opérateur (public ou privé) doit augmenter le prix de l'eau car il ne peut pas réduire du jour au lendemain ses coûts fixes, notamment les remboursements d'emprunts réalisés pour installer ses infrastructures »³⁹⁴. Il s'agit là d'un effet pernicieux de l'externalisation des modalités de gestion des services d'eau, alors que pour les systèmes internalisés tels que ceux des îles de Molène et de Sein, les économies d'eau sont intrinsèquement liées à une politique locale de gestion justement assujettie au maintien des pratiques traditionnelles de récupération des eaux de pluie et à la rationalisation des consommations.

Les résultats des simulations d'évolution des productions d'eau potable (scénario H2cit)³⁹⁵ montrent que l'équipement des nouvelles constructions en citernes de récupération des eaux de pluie ne présente finalement qu'un intérêt limité : les répercussions immédiates en terme de production d'eau sont en effet modestes, à l'exception des îles de Molène et de Sein. Là, l'usage individuel de l'eau de pluie est traditionnel et diminue de moitié la demande d'eau au service public en comparaison des îles en situation d'autonomie hydraulique. La pérennisation de cette pratique y est d'autant plus cruciale qu'elle évite une surenchère infrastructurelle aux municipalités molénaise et sénane : l'installation d'une unité de dessalement pour la première, le doublement des capacités de production pour la seconde. Surtout, les citernes particulières participent au contrôle social de la pression sur la ressource hydrique et rend supportable la cherté de l'eau qui, rétroactivement, joue à son tour un rôle majeur dans le maintien des usages de l'eau de pluie. L'intérêt de cette pratique est également lié à un ancrage à la fois culturel et pragmatique à la ressource qui incite à l'économie, comme le souligne U. Mogensen (1998) : « rainwater-catchment systems encourage users to conserve water, as the responsibility of the operation and maintenance rests with the individual user »³⁹⁶. Jadis prévalente, cette proximité usager-ressource constitue indubitablement un levier fondamental des politiques de gestion de la demande. Dans le *Sourcebook of alternative technologies for freshwater augmentation in Small Island*

³⁹⁴ *Libération*, 13 mai 2006.

³⁹⁵ Voir chapitre 9.

³⁹⁶ Les systèmes de collecte des eaux pluviales encouragent les gens à conserver l'eau, étant donné que le fonctionnement et la maintenance restent de la responsabilité de l'utilisateur.

*Developing States*³⁹⁷, l'auteur signale plusieurs points qui devront être approfondis pour améliorer en premier lieu le dimensionnement des citernes : il s'agira d'avoir une meilleure connaissance des régimes pluviométriques pour estimer le potentiel de récupération, mais aussi des usages et des considérations culturelles qui pourraient limiter le recours à l'eau de pluie ; enfin, les coûts de construction et l'offre technique constituent des éléments importants de la faisabilité de projets de collecte des eaux pluviales. Les conséquences sur les politiques locales de gestion de l'eau ne sont pas anodines : il peut s'agir d'une véritable orientation de gestion des ressources insulaires en eau à long terme.

En ce sens, une investigation sociologique élargie aux usages de l'eau sur les îles bretonnes prendra la forme d'enquêtes sur le terrain, par voie d'entretiens et de questionnaires : elle fera l'objet d'un stage de recherche du master EGEL (Expertise et Gestion des Espaces Littoraux) de l'Université de Bretagne Occidentale, au cours de l'année universitaire 2007-2008. Ses objectifs seront d'apporter des éléments concrets, qualitatifs et quantitatifs, relatifs aux usages domestiques, éléments susceptibles d'intéresser les gestionnaires des services d'eau pour la mise en place d'une gestion de la demande.

* *
*

Finalement, c'est la valeur patrimoniale de l'eau qu'il faut désormais replacer au centre du débat pour ambitionner de véritables politiques durables de gestion des ressources hydriques. La reconstruction des relations usagers-territoire-ressource en eau peut participer de façon affective à une sensibilisation locale à la problématique de l'eau, en la recontextualisant géographiquement et historiquement. Elle viendrait s'ajouter au travail remarquable d'associations locales, telles que *Poull an Feunteun* à Ouessant ou la Maison de la Nature à Belle-Île, et des mairies qui participent à cette réminiscence patrimoniale en réalisant des expositions et en restaurant les points d'eau historiques (fontaines, puits et lavoirs). A plus long terme, il faudrait certainement envisager la création d'une structure capable de relayer l'information et les résultats de ce type d'actions environnementales car, bien souvent, c'est le manque de communication qui inhibe les ambitions d'innovation. Il pourrait s'agir d'un observatoire de l'environnement insulaire dont les compétences seraient, outre la centralisation des données, la coordination des projets, voire la formation des élus. Sa couverture géographique devra également être discutée (régionale, nationale, européenne).

A titre personnel, le départ pour l'Université de la Polynésie française en septembre 2007, en tant qu'attaché temporaire à l'enseignement et à la recherche, est une formidable opportunité de poursuivre cette aventure de recherche insulaire, en l'ouvrant délibérément à d'autres contextes tant physiques que culturels. Il s'agit de prendre de la hauteur par rapport au sujet en se confrontant aux réalités géographiques d'îles tropicales, afin d'enrichir les propositions de gestion grâce à l'intégration de nouvelles expériences.

³⁹⁷ Livre source sur les technologies alternatives d'accroissement de la ressource en eau potable des petits Etats insulaires en voie de développement.

Bibliographie

- ABBE MILLON, 1901. – *Le culte de l'eau en Armorique*, Editions Prud'homme, St-Brieuc, 24 p.
- ALEXANDRE (O.), BOUTIN (C.), DUCHENE (P.), LAGRANGE (C.), LAKEL (A.), LIENARD (A.), ORDITZ (D.), 1998. – *Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités*, Cemagref Editions, Document technique du FNDAE, n° 22, Paris, 96 p.
- ALIDADE, 2002. – *Etude des zones d'assainissement collectif et non collectif*, rapport à la commune de l'île de Sein, 57 p.
- ANGELAKIS (A.-N.), DIAMADOPOULOS (E.), 1995. – « Water resources management in Greece : current status and prospective outlook », *Water Science and Technology*, n° 32 (9-10), p. 267-272.
- ANNAN (K.), 2000. – *We the peoples. The role of the United Nations in the 21st century*, United Nations, New-York.
- ANTEA, 1998. – *Recherche d'eau souterraine sur l'île de Molène*, rapport à la commune de l'île de Molène, 16 p.
- ANTEA, 2001. – *Propositions de périmètres de protection pour les captages d'eaux communaux*, rapport à la commune de l'île de Molène, 15 p.
- ANTHOPOULOU (T.), 1997. – « L'enjeu des petites économies en milieu insulaire grec : l'île de Paros (Cyclades) », dans SANGUIN (A.-L.) (dir.) : *Vivre dans une île. Une géopolitique des insularités*, Paris, L'Harmattan, p. 241-252.
- A.P.P.I.P., 1990. – *Enquête sur la clientèle touristique des îles du Ponant*, Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant, Auray, 80 p.
- APPRIOU, (P.-L.), 1979. – *Approche sociologique et médicale de l'île d'Ouessant*, Thèse de Médecine, Université de Bordeaux, 35 p.
- ARDOUIN-DUMAZET (V.-E.), 1903. – *Voyage en France. Les îles de l'Atlantique : d'Hoëdic à Ouessant*, Berger-Levrault et Cie, Paris, 372 p.
- ARROW (K.), BOLIN (B.), COSTANZA (R.), DASGUPTA (P.), FOLKE (C.), HOLLING (S.), JANSSON (B.-O.), LEVIN (S.), MALER (K.-G.), PERRINGS (C.), PIMENTEL (D.), 1995. – « Economic growth, carrying capacity and the environment », *Science*, n° 268, p. 520-521.
- ARZEL (P.), 1987. – *Les goémoniers*, Douarnenez, Le Chasse-Marée/Editions de l'Estran, 305 p.
- ASSOCIATION POUR L'HISTOIRE DE BELLE-ÎLE-EN-MER, 1973. – « L'eau à Belle-Île-en-Mer », *Bulletin de l'Association pour l'Histoire de Belle-Île-en-Mer*, n° 39.

- ATIKOL (U.), AYBAR (H.-S.), 2005. – « Estimation of water production cost in the feasibility analysis of RO systems », *Desalination*, n° 184, p. 253-258.
- AUDREN (C.), PLAINE (J.), 1986. – *Notice explicative de la feuille Belle-Île-en-Mer - Îles Houat et Hoëdic à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 38 p.
- AUDREN (C.), TRIBOULET (C.), 1986. – « Un témoignage exceptionnel de l'histoire géologique hercynienne de l'Europe », *Penn Ar Bed*, n° 122-123, p. 88-98.
- AUDREN (C.), TRIBOULET (C.), CHAURIS (L.), LEFORT (J.-P.), VIGNERESSE (J.-L.), AUDRAIN (J.), THIEBLEMONT (D.), GOYALLON (J.), JEGOUZO (P.), GUENNOG (P.), AUGRIS (C.), CARN (A.), 1993. – *Notice explicative de la feuille de l'Île de Groix à 1/25 000*, Orléans, Editions du BRGM, 101 p.
- AVLONITIS (S.-A.), 2002. – « Operational water cost and productivity improvements for small-size RO desalination plants », *Desalination*, n° 142, p. 295-304.
- AVLONITIS (S.-A.), POULIOS (I.), VLACHAKIS (N.), TSITMIDELIS (S.), KOUROUMBAS (K.), AVLONITIS (D.), PAVLOU (M.), 2002. – « Water resources management for the prefecture of Dodekanisa of Greece », *Desalination*, n° 152, p. 41-50.
- BACHELOT DE LA PYLAIE (J.-M.), 1826. – *Essai sur la statistique des îles d'Houat et d'Hédic*, présenté par BUTTIN (P.) (2004) : *Voyage d'un naturaliste dans les îles d'Houat et d'Hédic (1825-1826)*, Mayenne, Melvan, 174 p.
- BALSEINTE (R.), 1980. – « Quelques réflexions partielles sur le rôle des collectivités locales dans l'aménagement et le développement touristiques à Noirmoutier et aux Sables d'Olonne », *Cahiers Nantais*, n° 17, p. 31-40.
- BARRAQUE (B.), 1995. – *Les politiques de l'eau en Europe*, Paris, La Découverte, 301 p.
- BARRAQUE (B.), 1998. – « Les services publics d'eau et d'assainissement face au développement durable », *Annales des Ponts et Chaussées*, n° 87, p. 24-32.
- BARRIERE (M.), CHAURIS (L.), FOUQUET (Y.), GUILCHER (A.), LEFORT (J.-P.), PELHATE (A.), 1985. – *Notice explicative de la feuille Pointe du Raz à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 38 p.
- BAUER (C.-J.), 1997. – « Bringing water markets down to Earth : the political economy of water rights in Chile, 1976-1995 », *World development*, n° 25, p. 639-656.
- BECET (J.-M.), MAINET (G.), 1990. – « Les hommes et l'espace insulaire », *Norois*, n° 145, p. 15-19.
- BEHRAULT (Y.), 1989. – *Contraintes et potentialités de l'écoulement fluvial en Bretagne : essai de modélisation des basses eaux*, Thèse de Géographie, Université de Rennes, 218 p.

- BELESSIOTIS (V.), DELYANNIS (E.), 2001. – « Water shortage and renewable energies (RE) desalination : possible technological applications », *Desalination*, n° 139, p. 133-138.
- BELLEC (C.), 1994. – « Fontaines et lavoirs de Groix du 19^{ème} siècle à nos jours », *Les Cahiers de l'île de Groix*, n° spécial : « Aux origines du paysage », p. 37-50.
- BELLER (W.), D'AYALA (P.-G.), HEIN (P.), 1990. – *Sustainable Development and Environmental Management in Small Islands*, Carnforth, UNESCO/Parthenon Publishing, Man and the Biosphere book series, n° 5, 419 p.
- BENJOUDI (H.), HUBERT (P.), 1998. – « A propos de la distribution statistique des cumuls pluviométriques annuels. Faut-il en finir avec la normalité ? », *Revue des Sciences de l'Eau*, n° 11, p. 617-630.
- BERLAND (J.-M.), FABY (J.-A.), JUERY (C.), 2005. – *La gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable: enjeux et recommandations*, Office International de l'Eau/Syndicat Professionnel des Entreprises de Services d'Eau et d'Assainissement, 41 p.
- BERNARD (P.), 1978. – « Un sous-préfet aux îles : une expérience originale et passionnante d'administration dans le vent du large », dans *Association pour la Protection et Promotion des Îles du Ponant*, Nantes, p. 19-23.
- BETOUT (P.), 1979. – *Recherche de l'évolution de la température en France au cours des cinquante dernières années*, Paris, Note technique du Service Météorologique Métropolitain, n° 5, 48 p.
- BILLARDON DE SAUVIGNY (L.-E.), 1768. – *L'innocence du premier âge en France*, Paris, De Lalain, 120 p.
- BIORET (F.), BRIGAND (L.), LE DMEZET (M.), 1991. – « L'environnement : argument de développement d'un tourisme intégré dans les îles bretonnes », dans GOURMELON (F.), BRIGAND (L.) (eds) : *Territoires et sociétés insulaires*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, collection « Recherches Environnement », n°36, p. 399-406.
- BLAZQUEZ (M.), MURRAY (I.), GARAU (J.-M.), 2002. – *El tercer boom. Indicadors de sostenibilitat del turisme de les Illes Balears 1989-1999*, Conselleria de Investigació i les Tecnologies Turístiques de les Illes Balears, Palma de Mallorca, 427 p.
- BODIGUEL (M.) (dir.), 1997. – *Le littoral. Entre nature et politique*, Paris, L'Harmattan, 233 p.
- BOHEAS (P.), 1883. – *Topographie médicale de l'île d'Ouessant*, Thèse de Médecine, Faculté de Médecine de Paris, 95 p.
- BONNEMAISON (J.), 1991. – « Les lieux nus. Approche de l'îlénité océanienne », dans GOURMELON (F.), BRIGAND (L.) (eds) : *Territoires et sociétés insulaires*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, collection « Recherches Environnement », n° 36, p. 41-46.
- BRAMOULLE (Y.), 2000. – *Goémoniers des îles. Histoires et naufragés*, Morlaix, Editions Le Télégramme, 185 p.

- BRIGAND (L.), 1983. – *Les îles de Bretagne. Aspects géographiques de l'insularité*, Thèse de Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 2 tomes, 267 p. et 111 p.
- BRIGAND (L.), 1991. – *Les îles en Méditerranée : enjeux et perspectives*, Paris, PNUE/Economica, Les fascicules du Plan Bleu, n° 5, 98 p.
- BRIGAND (L.), 1997. – « Les îles au sein des espaces littoraux européens : des entités géographiques spécifiques en matière d'aménagement et de gestion », dans BODIGUEL (M.) (dir.) : *Le littoral. Entre nature et politique*, Paris, L'Harmattan, p. 195-211.
- BRIGAND (L.), 1999. – « Les enjeux touristiques dans les îles du Ponant », dans D'AYALA (P.-G.), CAVALLARO (C.), MOROPOULOU (A.) (eds) : *Islands 2000, the world of islands : what development of the eve of the year 2000 ?*, Athènes, NTUA/UNESCO/INSULA, p. 51-61.
- BRIGAND (L.), 2000. – *Îles, îlots et archipels du Ponant. De l'abandon à la surfréquentation ?*, Thèse d'Etat de Géographie, Université de Paris 1-Sorbonne, 470 p.
- BRIGAND (L.), 2002. – *Les îles du Ponant. Histoire et géographie des îles et archipels de la Manche et de l'Atlantique*, Plomelin, Editions Palantines, 479 p.
- BUHOT (C.), 2006. – *Marché du logement et division sociale de l'espace dans les îles du Ponant*, Thèse de Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 445 p.
- BUTTIN (H.), 2003. – *Passeport pour Hoëdic. Essai sur l'histoire et l'avenir d'une petite île du Ponant*, Paris, Editions Société des Ecrivains, 256 p.
- CADOR (J.-M.), 2002. – *Le patrimoine en canalisations d'AEP en France ; bilan des huit enquêtes départementales et estimation nationale*, rapport au Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 186 p.
- CANTAT (O.), CADOR (J.-M.), 2002. – « La variabilité : une caractéristique fondamentale des chroniques hydroclimatiques. Réflexions sur la normalité et l'anormalité », *Les chroniques hydrologiques et climatiques*, Séminaires de l'UMR6554 LETG CNRS, p. 12-15.
- CASTANY (G.), 1982. – *Principes et méthodes de l'hydrogéologie*, Paris, Editions Dunod Université/Bordas, 236 p.
- CHARALAMBOUS (C.-N.), 2001. – « Water management under drought conditions », *Desalination*, n° 138, p. 3-4.
- CHARRE (J.), 1977. – « A propos de sécheresse », *Revue de géographie de Lyon*, p. 215-226.
- CHARTIER (M.), 1962. – « Contribution à l'étude de la sécheresse 1959-1960 », *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n° 303-304, p. 209-222.
- CHARTZOULAKIS (K.-S.), PARANYCHIANAKIS (N.-V.), ANGELAKIS (A.-N.), 2001. – « Water resources management in the Island of Crete, Greece, with emphasis on the agricultural use », *Water Policy*, n° 3, p.193-205.

- CHAURIS (L.), 1994. – *Notice explicative de la feuille Plouarzel-Île d'Ouessant à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 132 p.
- CHAURIS (L.), HALLEGOUET (B.), 1989. – *Notice explicative de la feuille le Conquet à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 69 p.
- CHAURIS (L.), MARCOUX (E.), LE GOFF (E.), THIEBLEMONT (D.), CARN (A.), 1989. – *Notice explicative de la feuille de Saint-Pol-de-Léon à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 167 p.
- CHEIZE (R.), 1980. – « Les rapports entre les collectivités locales et le tourisme à Noirmoutier », *Cahiers Nantais*, n° 17, p. 23-30.
- CHERON (J.), PUZENAT (A.), 2004. – *Les eaux pluviales. Récupération, gestion, réutilisation*, Paris, Editions Johannet, 127 p.
- CHIRON (T.), 2003. – *La gestion des ressources en eau en milieu insulaire. L'exemple des îles finistériennes : Batz, Molène, Ouessant et Sein*, Mémoire de DEA de Géomorphologie, gestion et aménagement des littoraux, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 111 p.
- CHIRON (T.), 2007. – « Quel risque de pénurie d'eau sur les îles du Ponant ? », *Noroi*, vol. 202, n° 1, p. 73-86.
- CHIRON (T.), DUBREUIL (V.), 2006. – « Sécheresses et risque de pénurie d'eau sur les petites îles côtières françaises », dans BELTRANDO (G.), MADELIN (M.), QUENOL (H.) (eds) : *Les risques liés au temps et au climat*, actes du 19^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie, septembre 2006, Epernay, p. 160-165.
- CHOISNEL (E.), JACQ (V.), JACQUART (C.), KLIS (I.), LAMARQUE (P.), 1990. – « Climatologie du bilan d'énergie de surface et du bilan hydrique du sol en France », *Publication de l'Association Internationale de climatologie*, n° 13, colloque « Satellite et Climatologie », Lannion-Rennes, p. 217-226.
- COAT (P.), 2004. – « Les citernes à eau de la marine nationale », *Les Cahiers de l'Iroise*, n° 1999, p. 9-12.
- COMMISSION MONDIALE POUR L'EAU, 2000. – *World Water : vision commission report. A water secure world. Vision for Water, life and the environment*, La Hague, 70 p.
- COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DEVELOPPEMENT, 1989. – *Notre avenir à tous*, Paris, Editions du fleuve.
- CORBEL (Y.), 1999. – *Paysages, habitats, habitants sur les îles de Molène et Ouessant*, Mémoire de maîtrise de Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 169 p.
- COSANDEY (C.), 1983. – *Recherches sur le bilan de l'eau dans l'ouest du Massif armoricain*, Thèse de Géographie, Université Paris IV, 515 p.
- COSANDEY (C.), 2003. – *Les eaux courantes*, Paris, Belin, 240 p.
- COSANDEY (C.), ROBINSON (M.), 2000. – *Hydrologie continentale*, Paris, Armand Colin, 360 p.

- CROSS (M.-D.), 1996. – « Service availability and development among Ireland's Island Communities : the implications for population stability », *Irish Geography*, vol. 29, n° 1, p. 13-26.
- CUEFF (F.), 1981. – « Averse et Ondée sous le ciel brestois », *Cols Bleus*, vol. 1686, n° 78, p. 12-13.
- DANAIS (M.), 2001. – « Durabilité et soutenabilité : dynamique des systèmes locaux », dans JOLLIVET (M.) (eds) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 253-268.
- DANTEC (M.-S.), LE SCOUËZEC (G.), 2001. – *Enez Eusa. Ouessant mystérieux*, Quimper, Elisart Editeur, 80 p.
- DAUPHINE (A.), 2003. – *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Paris, Armand Colin, 288 p.
- D'AYALA (P.-G.), CAVALLARO (C.), MOROPOULOU (A.), 1999. – *Islands 2000. The world of islands : what development on the eve of the year 2000 ?*, actes de la conférence internationale de Giardini-Naxos, Italie, 1992, Athènes, NTUA/UNESCO/INSULA, 259 p.
- DE BUHREN (N.), RIO (J.), RISKINE (A.-E.), 1994. – « Patrimoine et traditions du Morbihan », dans LE BOUËDEC (G.) (dir.) : *Le Morbihan. De la Préhistoire à nos jours*, Saint-Jean d'Angély, Editions Bordessoules, p. 387-434.
- DEFFONTAINES (J.-P.), 2001. – « Ressources naturelles et développement durable en agriculture. Le point de vue d'un agronome », dans JOLLIVET (M.) (eds) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 131-142.
- DE GIBON (P.), 1909. – « Les îles Chausey », *Le Pays de Granville*, n° 4, p. 219-274.
- DE GIBON (P.), 1910. – « Les îles Chausey », *Le Pays de Granville*, n° 4, p. 249-312.
- DELALANDE (J.-M.), 1850. – *Hoëdic et Houat, mœurs, productions naturelles de ces deux îles du Morbihan*, Annales de la Société académique de Nantes, Librairie Guéraud et Mazeaud, 120 p.
- DELTAU (G.), 2004. – *Récupérer et valoriser l'eau de pluie dans la maison*, Colmar, Editions SAEP, 60 p.
- DE MARSILY (G.), 1986. – *Quantitative hydrogeology, groundwater hydrology for engineers*, New-York, Academic Press, 440 p.
- DE MARSILY (G.), 1996. – *Hydrogéologie : comprendre et estimer les écoulements souterrains et le transport des polluants*, cours de l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg et de l'Ecole Nationale des Mines de Paris, 243 p.
- DE MARTONNE (E.), 1958. – *Traité de géographie physique*, Paris, Armand Colin, 1057 p.
- DENEFFLE (S.), 1983. – *Fontaines en Cornouaille et Léon, pratiques et croyances*, Thèse d'Ethnologie, EHESS, Paris, 288 p.

- DENEFFLE (S.), 1994. – *Croyances aux fontaines en Bretagne*, Aix-en-Provence, Edisud, 204 p.
- DE VANSAY (B.), 2003. – « Les représentations de l'eau », *VertigO - La revue en sciences de l'environnement*, n° 4.
- DE VAULX (M.), 1998. – « L'eau et l'aménagement du territoire », dans CHOSSON (J.-F.), GUENNEAU (M.), HOLL (C.), IMBERT (M.) (coord.) : *Vers une gestion concertée de l'eau*, Paris, Editions du GREP, p. 23-28.
- DIAZ ARENAS (A.), FEBRILLET HUERTAS (J.), 1986. – *Hydrology and water balance of small islands. A review of existing knowledge*, Paris, UNESCO-IHP, 25 p.
- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DU MORBIHAN, 1991. – *Île d'Hoëdic, compte-rendu des travaux de recherches d'eaux souterraines*, Vannes, 4 p.
- DORE (F.), DUPRET (L.), LAUTRIDOU (J.-P.), HOMMERIL (P.), 1988. – *Notice explicative de la feuille Granville à 1/50 000*, Orléans, Editions du BRGM, 55 p.
- DOUMENGE (F.), 1983. – *Aspects de la viabilité des petits pays insulaires, étude descriptive*, Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, New-York, 38 p.
- DUBREUIL (V.), 1994. – *La sécheresse dans la France de l'Ouest. Etude d'après les bilans hydriques et les données des satellites NOAA-AVHRR*, Thèse de Géographie, Université de Rennes, 2 tomes, 381 p. et 550 p.
- DUBREUIL (V.), 2005. – « Un risque climatique à géométrie variable : la sécheresse », dans LAMARRE (D.) (dir.) : *Les risques climatiques*, Paris, Belin, p. 147-172.
- DUCHENE (P.), 1990. – *Les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités*, Cémagref Editions, Documentation technique du FNDAE, n° 9, 90 p.
- DUMORTIER (B.), 1976. – *Belle-Île, Houat, Hoëdic. Le poids de l'insularité dans trois îles de Bretagne méridionale*, Paris, Ecole Normale Supérieure de Jeunes Filles, 163 p.
- DUPEUX (P.), LE MENN (J.-P.), 1977. – *Houat. Ag er mor e viramb*, Institut Supérieur Agricole, Beauvais, 75 p.
- DURAND-DASTES (F.), 1985. – « Les mécanismes des sécheresses », *Hérodote*, n° 39, p. 113-144.
- EUDE (M.), 1956. – « Pierre Jourdan, les Îles Chausey (1953) », *Annales de Normandie*, n° 1, p. 101-104.
- EURISLES (2002). – *Off the coast of Europe. European construction and the problem of the islands*, Commission des Îles de la Conférence des Régions Périmériques Maritimes, 147 p.

- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 1999. – *Sustainable water use in Europe. Part 1. Sectoral use of water*, Environmental assessment report, n°1, Copenhagen, 91 p.
- EWALD (F.), GOLLIER (C.), DE SADELEER (N.), 2001. – *Le principe de précaution, Que sais-je ?*, Presses Universitaires de France, Paris, 127 p.
- FALKENMARK (M.), 1986. – « Fresh water. Time for a modified approach », *Ambio*, vol. 15, n° 4, p. 192-200.
- FALKLAND (A.), 1991. – *Hydrology and water resources of small islands. A practical guide*, Paris, Unesco IHP Studies and Reports in Hydrology, n° 49, 435 p.
- FNDAE, 2000. – *Situation de l'alimentation potable et de l'assainissement des communes rurales en 2000. Synthèse nationale et résultats départementaux*, Paris, Direction Générale de la Forêt et des Affaires Rurales, 233 p.
- FOIS (P.), 2000. – « Le régime des îles dans le droit communautaire », dans HACHE (J.-D.) (dir.) : *Quel statut pour les îles d'Europe ?*, Paris, L'Harmattan, p. 87-102.
- FOUQUET (J.), 2003. – *Île de Sein. Promenades et découvertes*, 39 p.
- GARCIA (C.), SERVERA (J.), 2003. – « Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of Mallorca (Spain) », *Geografiska Annaler*, n° 85 (A), p. 287-300.
- GAY (J.-C.), 1997. – « La dynamique touristique de l'île Rodrigues (Maurice) », dans MAINET (G.) (dir.) : *Îles et littoraux tropicaux*, Nantes, Ouest Editions/Presses académiques, p. 205-212.
- GENERALE DES EAUX, 2002. – *Commune de Ouessant : service de distribution publique d'eau potable*, Lesneven, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Finistère, 31 p.
- GEORGE (P.), VERGER (F.), 2000. – *Dictionnaire de la Géographie*, Vendôme, Presses Universitaires de France, 501 p.
- GHINA (F.), 2005. – « Vulnerability : a challenge to sustainable development of small islands. The case of the Maldives », *Insula*, n° 14 (2), p. 13-23.
- GICQUEL (R.), 1998. – *Sein, l'éternelle résistance*, Rennes, Editions Apogée, 95 p.
- GÖSSLING (S.), 2001. – « The consequences of tourism for sustainable use on a tropical island : Zanzibar, Tanzania », *Journal of Environmental Management*, n° 61, p. 179-191.
- GODARD (O.), 2001. – « Le développement durable et la recherche scientifique, ou la difficile conciliation des logiques de l'action et de la connaissance », dans JOLLIVET (M.) (dir.) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 61-81.
- GOURBESVILLES (P.), THOMASSIN (B.-A.), 2000. – « Coastal environment assessment procedure for sustainable wastewater management in tropical islands : the Mayotte example », *Ocean and Coastal Management*, n° 43, p. 997-1014.

- GOURMELON (F.), BRIGAND (L.) (eds), 1991. – *Territoires et sociétés insulaires*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, collection « Recherches Environnement », n° 36, 456 p.
- GOURMELON (F.) (dir.), 1995. – *Atlas de la réserve de Biosphère de la mer d'Iroise*, Cahiers Scientifiques du Parc Naturel Régional d'Armorique, n° 2, 92 p.
- GOUZIEN (L.), 1887. – *Topographie médicale de l'Île de Sein*, Thèse de Médecine, Faculté de Médecine de Paris, 100 p.
- GRAVIER (J.), LARUE (J.-P.), 1992. – « La sécheresse de la fin des années 80 dans le bassin de la Maine : analyse climatique, impacts hydrologiques et écologiques », *Noréis*, n° 154, p. 163-184.
- GREEN (S.), SANDERSON (F.-J.), MARSH (T.-J.), 1996. – « Evidence for recent instability in rainfall and runoff patterns in the celtic regions of western Europe », dans Mérot (P.), Jigorel (A.) (dir.) : *Hydrologie dans les pays celtiques*, INRA, n° 79, p. 73-83.
- GRÉGORY (S.), 1986. – « The climatology of drought », *Geography*, vol. 71, n° 311, p. 97-104.
- GRENIER (C.), 2000. – *Conservation contre nature. Les îles Galapagos*, Paris, IRD Editions, 376 p.
- GUEBOURG (J.-L.), 2003. – « La question de l'eau dans l'océan Indien », actes du 14^{ème} Festival International de Géographie, Saint-Dié-des-Vosges, septembre 2003.
- GUEN (N.), 1994. – *Ouessant : la médecine au bout du monde*, Thèse de Médecine, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 75 p.
- GUILCHER (A.), 1936. – « L'île de Sein et ses abords », *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n° 96, p. 55-63.
- GUILCHER (A.), 1948. – *Le relief de la Bretagne méridionale de la Baie de Douarnenez à la Vilaine*, Thèse de Géographie, Université de Paris, 684 p.
- GUILCHER (A.), 1977. – « Vie et mort des petites îles finistériennes », *Noréis*, n° 95, p. 123-128.
- GUILLEMET (D.), 2000. – *Les îles de l'Ouest, de Bréhat à Oléron du Moyen Âge à la Révolution*, La Crèche, Geste Editions, 355 p.
- HACHE (J.-D.) (eds), 2000a. – *Quel statut pour les îles d'Europe ?*, Paris, L'Harmattan, 427 p.
- HACHE (J.-D.), 2000b. – « Le cadre des débats », dans HACHE (J.-D.) (eds) : *Quel statut pour les îles d'Europe ?*, Paris, L'Harmattan, p. 29-86.
- HALLAIRE (M.), 1953. – *Diffusion capillaire de l'eau dans le sol et répartition de l'humidité en profondeur sous sols nus et cultivés*, Thèse de l'Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 106 p.
- HALLAIRE (M.), 1968. – « Quelques problèmes posés par la réserve en eau du sol », dans *Hydrologie ; mélanges offerts par ses amis et disciples à M. Pardé*, Gap, Editions Ophrys, p. 282-293.

- HALLEGOUËT (B.), GORAGUER (F.), 1986. – « Les formes du relief à l'île de Groix », *Penn Ar Bed*, n° spécial, p. 28-37.
- HICKMAN (J.), 1985. – *The enchanted Islands*, Oswestry, Anthony Nelson, 169 p.
- IFEN, 2001. – « Eau potable : diversité des services... grand écart de prix », *Les données de l'Environnement-Eau*, n° 65, 4 p.
- IFEN, 2005. – *La gestion de l'eau potable en France en 2001*, Orléans, Institut Français de l'Environnement, 22 p.
- IFEN, 2007. – « La facture d'eau domestique en 2004 », *Le 4 pages*, n° 117.
- INBAR (M.), 2001. – « Agricultural development and land degradation in the Middle East since the Neolithic Period: the Israel case », *Petermanns Geographische Mitteilungen*, vol. 145, n° 4, p. 42-51.
- JEAN (P.-P.), 2000. – *Gérer l'environnement pour un tourisme durable dans l'Archipel des Glénan*, Association pour la Protection et la Promotion des Îles du Ponant/Commune de Fouesnant, Programme LIFE, rapport final, 15 p.
- JEUDI DE GRISSAC (B.), 1990. – *Ressources en eau souterraine de l'île de Port-Cros : étude quantitative et qualitative ; perspectives d'utilisation*, Thèse d'Hydrogéologie, Université de Bordeaux, 265 p.
- JOST (C.), 2001. – « Système de support à la décision pour une gestion concertée de l'eau », *Revue internationale de Géomatique*, vol. 11, n° 3/4, p. 443-467.
- JULIEN (P.-A.), LAMONDE (P.), LATOUCHE (D.), 1975. – *La méthode des scénarios, une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective*, Paris, La Documentation Française, 59 p.
- KAHN (H.), WIENER (A.-J.), 1968. – *L'an 2000*, Paris, Editions Robert Laffont, 521 p.
- KALDELLIS (J.-K.), KAVADIAS (K.-A.), 2007. – « Cost-benefit analysis of remote hybrid wind-diesel power stations : case study on Aegean Sea Islands », *Energy Policy*, n° 35, p. 1525-1538.
- KARAVITIS (C.-A.), 1999. – « Drought and urban water supplies: the case of metropolitan Athens », *Water Policy*, vol. 1, n° 5, p. 505-524.
- LABORDE (J.-P.), 2000. – *Eléments d'hydrologie de surface*, Cours de l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 191 p.
- LAGEAT (Y.), 2004a. – *Les milieux physiques continentaux*, Paris, Belin, 191 p.
- LAGEAT (Y.), 2004b. – « Géomorphologie et gestion des littoraux », *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, vol. 2004, n° 3, p. 360-370.
- LAIME (M.), 2003. – *Le dossier de l'eau. Pénurie. Pollution. Corruption*, Paris, Editions du Seuil, 410 p.
- LAMARRE (D.) (dir.), 2005. – *Les risques climatiques*, Belin, Paris, 223 p.
- LAMARRE (D.), PAGNEY (P.), 1999. – *Climats et sociétés*, Paris, Armand Colin, 272 p.
- LASSERRE (G.), 1992. – « Îles », *Encyclopedia Universalis*, p. 911-917.

- LE BOUËDEC (G.) (dir.), 1994. – *Le Morbihan. De la Préhistoire à nos jours*, Saint-Jean d'Angély, Editions Bordessoules, 508 p.
- LE BOUËDEC (G.), 2002. – « La pluriactivité dans les sociétés littorales (XVIIe-XIXe siècle) », *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest*, n° 1, p. 61-90.
- LE BRAZ (A.), 1921. – *Au pays des pardons*, Paris, Calmann-Lévy, 279 p.
- LE BRAZ (A.), 1935. – *Îles bretonnes : Belle-Île, Sein*, Paris, Calmann-Lévy, 207 p.
- LECARPENTIER (P.), 1975. – « L'évapotranspiration potentielle et ses implications géographiques », *Annales de Géographie*, n° 463, p. 257-274.
- LE CORRE (C.), AUVRAY (B.), BALLEVRE (M.), ROBARDET (M.), 1992. – « Le Massif armoricain », dans PIQUE (A.) (eds) : *Les massifs anciens de France*, Strasbourg, Sciences Géologiques, n° 44, 206 p.
- LE DMEZET (M.), BRIGAND (L.), 1987. – « La spécialisation des activités dans les îles de Batz, d'Ouessant et de Groix : une forme d'adaptation aux entraves de l'insularité », *Noroi*, n° 133-135, p. 201-210.
- LEVARLET (F.), 2001. – « Les modèles économiques du développement durable sous le feu de l'interdisciplinarité : quelques éléments de réflexion », dans JOLLIVET (M.) (dir.) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 215-242.
- LORRAIN (D.), 1990. – « Le modèle français des services urbains », *Economie et humanisme*, n° 312, p. 39-58
- LOZATO-GIOTART (J.-P.), 1990. – « Tourisme et espaces insulaires : réflexions méthodologiques et typologiques appliquées aux îles mineures », *Noroi*, n° 145, p. 35-44.
- MAINET (G.) (dir.), 1997. – *Îles et littoraux tropicaux*, Nantes, Ouest-Editions/Presses Académiques, 708 p.
- MAINGUET (M.), 1995. – *L'Homme et la sécheresse*, Paris, Masson, 335 p.
- MANOLI (E.), ASSIMOCOPOULOS (D.), KARAVITIS (C.-A.), 2004. – « Water supply management approaches using RES on the island of Rhodes, Greece », *Desalination*, n° 161, p. 179-189.
- MARCHAND (J.-P.), 1981. – « La variabilité de l'organisation mensuelle des précipitations. L'exemple de Dublin Phoenix Park (1838-1976) », dans PAGNEY (P.) (dir.) : *Eaux et climats ; mélanges géographiques offerts en hommage à Charles-Pierre Péguy*, Grenoble, Editions du CNRS, p. 325-337.
- MARECOS DO MONTE (M.-H.-F.), ANGELAKIS (A.-N.), ASANO (T.), 1996. – « Necessity and basis for the establishment of European guidelines on wastewater reclamation and reuse in the Mediterranean region », *Water Science and Technology*, vol. 33, n° 10-11, p. 303-316.
- MARGAT (J.), 2000. – « Vers une nouvelle culture de l'eau », dans BINDE (J.) (eds) : *Les clés du XXI^{ème} siècle*, Paris, Editions du Seuil/Editions UNESCO.
- MARGAT (J.), 2002. – *Des pénuries d'eau sont-elles en perspective à long terme en Europe méditerranéenne ?*, Sophia-Antipolis, PNUE/Plan Bleu, 19 p.

- MARGAT (J.), 2005. – « Quels indicateurs pertinents de la pénurie d'eau ? », *Géocarrefour*, vol. 80, n° 4, p. 261-262.
- MARGAT (J.), VALLÉE (D.), 2000. – *Mediterranean vision on water, population and the environment for the XXIst century*, PNUE/PAM/ Plan Bleu, 72 p.
- MAZURIER (P.), 1997. – « Le développement touristique en réserve mélanésienne, l'exemple de Lifou (Nouvelle-Calédonie) », dans MAINET (G.) (dir.) : *Îles et littoraux tropicaux*, Nantes, Ouest Editions/Presses académiques, p. 193-204.
- MERMET (L.), TREYER (S.), 2001. – « Quelle unité territoriale pour la gestion durable de la ressource en eau ? », *Annales des Mines*, p. 67-79.
- MILLOT (G.), 1989. – « A bord de l'Ondée, le dernier vapeur français », *Chasse-Marée*, n° 39, p. 40-59.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2003. – *La politique de l'eau. Éléments pour un débat*, Paris, Imprimerie Vincent, 24 p.
- MOGENSEN (U.), 1998. – *Sourcebook of alternative technologies for freshwater augmentation in Small Island Developing States*, Osaka, UNEP, Technical Publication Series, n° 8, 223 p.
- MOIGNE (D.), 1986. – *Médecine officielle et médecine traditionnelle de l'île d'Ouessant*, Thèse de Pharmacologie, Université de Rennes, 127 p.
- MONNAT (P.), SINGELIN (J. Y.), 1990. – « Gestion des ressources et aménagement des îles », *Norôis*, n° 145, p. 21-23.
- MOUNIER (J.), 1965. – « Evapotranspiration potentielle et besoins en eau », *Norôis*, n° 47, p. 349-352.
- MOUNIER (J.), 1965. – « Les besoins en eau d'une région, d'après Thornthwaite », *Norôis*, n° 48, p. 437-448.
- MOUNIER (J.), 1977. – « Aspects et fréquences de la sécheresse en Bretagne », *Revue de Géographie de Lyon*, n° 2, p. 167-176.
- MOUNIER (J.), 1980. – « Fluctuations climatiques récentes en Bretagne », *Norôis*, n° 107, p. 460-463.
- NARCY (J.-B.), 2000. – *Les conditions de l'émergence d'une gestion spatiale de l'eau : le monde de l'eau face aux filières de gestion des espaces*, Thèse en Sciences de l'Environnement, ENGREF, Paris, 492 p.
- O'BRIEN (T.), 1979. – *Rural development co-operatives in Ireland: their role as agents of economic and social development*, 5th International Seminar on Marginal Regions, unpublished paper, Dublin.
- O'PEICIN (D.), 1989. – « Ireland's islands », *The Word*, n° 1, p. 11-14.
- OUDIN (J.), 2004. – *L'eau en France. Quelle stratégie pour demain ?*, Paris, Editions Johannet, 222 p.
- PACHECO AMARAL (C.), 1999. – « On the identification of islands - insularity and azureanty », dans D'AYALA (P.-G.), CAVALLARO (C.), MOROPOULOU (A.) (eds) : *Islands 2000, the world of islands : what development of the eve of the year 2000 ?*, Athènes, NTUA/UNESCO/INSULA, p. 21-27.

- PAGNEY (P.), 1994. – *Les catastrophes climatiques*, Que sais-je ?, Paris, Presses Universitaires de France, 127 p.
- PARC NATUREL REGIONAL D'ARMORIQUE, 1979a. – *Ouessant. Enez Eussa*, Hanvec, Collection des Guides des Parcs Naturels Régionaux, Série Itinéraires, n° 7, 112 p.
- PARC NATUREL REGIONAL D'ARMORIQUE, 1979b. – *Ouessant. Enez Eussa*, Hanvec, Collection des Guides des Parcs Naturels Régionaux, Série Itinéraires, n° 18, 83 p.
- PATTUREL (L.), 1972. – « La station de dessalement d'eau de mer de Houat (Morbihan) », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° 29, p. 151-156.
- PEGUY (C.-P.), MOUNIER (J.), CHARRE (J.), DOUGUEDROIT (A.), DELANNOY (H.), MARCHAND (J.-P.), VIVIAN (H.), 1981. – « Dix ans de carte climatique détaillée de la France au 1/250 000 », dans PAGNEY (P.) (dir.) : *Eaux et climats ; mélanges géographiques offerts en hommage à Charles-Pierre Péguy*, Grenoble, Editions du CNRS, p. 41-84.
- PENMAN (H.-L.), 1948. – « Natural evaporation from open water, bare soil and grass », *Proceedings of the Royal Society of London A*, n° 193, p. 120-146.
- PENNOBER (G.), ODON (O.), JOIN (J.-L.), FOLIO (J.-L.), 2004. – « Approche par analyse spatiale de la faisabilité de captage d'eau souterraine sur le Massif du Piton de la Fournaise (île de La Réunion - France - Océan Indien) », *Cybergéo*, n° 275, 13 p.
- PENSEC (M.), 1974. – *Houat : hier et aujourd'hui... à l'heure de l'électricité*, Lorient, Presse du Morbihan, 36 p.
- PERON (F.), 1985. – *Ouessant, l'île sentinelle*, Brest-Paris, Editions de la Cité, 446 p.
- PERON (F.), 1990. – « Spécificité des sociétés insulaires contemporaines. L'exemple des îles françaises de l'Atlantique et de la Manche », *Noroi*, n° 145, p. 25-34.
- PERON (F.), 1993. – *Des îles et des hommes. L'insularité aujourd'hui*, Rennes, Editions de la Cité/Ouest-France, 287 p.
- PERON (F.), 1997. – « Les mutations récentes des identités insulaires : l'exemple des jeunes des petites îles de l'ouest français, crise des métiers, crise d'identité », dans SANGUIN (A.-L.) : *Vivre dans une île. Une géopolitique des insularités*, Paris, L'Harmattan, p. 283-299.
- PERON (F.), 2002. – « Désirs d'île ou l'insularité dans ses dimensions contemporaines », dans BARON-YELLES (N.), GOELDNER-GIANELLA (L.), VELUT (S.) (eds) : *Le littoral, regards, pratiques et savoirs*, Paris, Editions ENS rue d'Ulm, p. 285-301.
- PETIT (O.), 2004. – « La nouvelle économie des ressources et les marchés de l'eau : une perspective idéologique ? », *VertigO*, n° 5.
- PIHAN (J.), 1976. – « Bocage et érosion hydrique des sols en Bretagne », dans *Les bocages : histoire, écologie, économie*, compte-rendu de la table ronde « Ecosystèmes bocagers », Rennes, INRA, p. 185-192.

- PINARD (D.), 1991. – « La politique des îles du Ponant : développement économique et protection », dans GOURMELON (F.), BRIGAND (L.) (eds) : *Territoires et sociétés insulaires*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, collection « Recherches Environnement », n° 36, p. 373-375.
- PINARD (D.), JEAN (P.-P.), 2000. – « Les petites îles côtières de Manche et Atlantique : les îles du Ponant », dans HACHE (J.-D.) (dir.) : *Quel statut pour les îles d'Europe ?*, Paris, L'Harmattan, p. 249-255.
- PINOT (J.-P.), 1974. – *Le précontinent breton, entre Penmarc'h, Belle-Île et l'escarpement continental : étude géomorphologique*, Thèse de Géographie, Université de Brest, 272 p.
- PINOT (J.-P.), 1982. – « Îles », *Encyclopedia Universalis*, n° 8, p. 726-728.
- PINOT (J.-P.), 1998. – *La gestion du littoral*, Paris, Edition Institut océanographique, 2 volumes, 759 p.
- PORTIER (C.), POUTORD (J.), 2001. – *Promenades belliloises. Le Palais : lieux secrets et familiers*, Plomelin, Société Historique de Belle-Île-en-Mer, 125 p.
- PORTIER (C.), POUTORD (J.), 2006. – *Belle-Île-en-Mer. La Belle Fontaine dite Aiguade Vauban*, Concarneau, Société Historique de Belle-Île-en-Mer, 64 p.
- POUX (X.), 2005. – « Fonctions, construction et évaluation des scénarios prospectifs », dans MERMET (L.) (dir.) : *Etudier des écologies futures*, Bruxelles, Editions P.I.E.-Peter Lang, collection « Ecopolis », p. 151-186.
- QUETE (Y.), CHAUVEL (J.-J.), 1977. – « Les forages bretons : un an après », *Penn ar Bed*, n° 90, p. 172-176.
- RAMBERT (R.), 1996. – *Géographie du cycle de l'eau*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 439 p.
- REGNAULD (H.), EMELIANOFF (C.), DUBREUIL (V.), 1993. – « Rythmes, seuils et discontinuités temporels en milieu littoral. L'exemple de Belle-Île, golfe de Gascogne », *Noroi*, n° 195, p. 351-370.
- RIST (G.), 1996. – *Le développement. Histoire d'une croyance occidentale*, Paris, Presses de la Fondation nationale des Sciences Politiques, 426 p.
- RIVIERE-HONEGGER (A.), BRAVARD (J.-P.), 2005. – « La pénurie d'eau : donnée naturelle ou question sociale ? », *Géocarrefour*, vol. 80, n° 4, p. 257-260.
- ROBIC (M.-C.), MATHIEU (N.), 2001. – « Géographie et durabilité : redéployer une expérience et mobiliser de nouveaux savoir-faire », dans JOLLIVET (M.) (dir.) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 167-190.
- RODRIGUEZ (A.), 1981. – « Marine and coastal environmental stress in the wider Caribbean region », *Ambio*, n° 10, p. 283-284.
- ROUSSEL (P.), 1998. – « La politique de l'eau en France », dans CHOSSON (J.-F.), GUENNEAU (M.), HOLL (C.), IMBERT (M.) (coord.) : *Vers une gestion concertée de l'eau*, Paris, Editions du GREP, p.15-22.
- ROUXEL (F.), RIST (D.), 2000. – *Le développement durable : approche méthodologique dans les diagnostics territoriaux*, Lyon, CERTU, 147 p.
- RUFFIN-SOLER (C.), 2004. – *Evolutions environnementales des littoraux des atolls coralliens dans les océans Indien et Pacifique : le cas des archipels maldivien*

- et tuvaluan*, Thèse de Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 429 p.
- RULLAN-SALAMANCA (O.), 2002. – *La construcció territorial de Mallorca*, Palma de Mallorca, Moll, 435 p.
- RULLAN-SALAMANCA (O.), RODRIGUEZ-PEREA (A.), 1999. – « Los problemas de abastecimiento de agua en las Islas Baleares », dans GIL OLCINA (A.), MORALES GIL (A.) (eds) : *Los usos del agua en Espana*, Alicante, Instituto Universitario de Geografia, p. 615-643
- RUZ-LE-BADEZET (M.), 1994. – Le Morbihan pendant la Révolution et l'Empire (1788-1818), dans LE BOUËDEC (G.) (dir.) : *Le Morbihan. De la Préhistoire à nos jours*, Saint-Jean d'Angély, Editions Bordessoules, p. 225-288.
- SALOME (K.), 2003. – *Les îles bretonnes. Une image en construction (1750-1914)*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 462 p.
- SALOME (K.), 2006. – « Les îles bretonnes au 19^{ème} siècle, entre éloignement et isolement », *Ethnologie française*, vol. 36, n° 3, p. 435-441.
- SAN QUIERCE (S.), 1994. – « Cartographie et histoire du paysage », *Les Cahiers de l'île de Groix*, n° spécial « Aux origines du paysage », p. 27-36.
- SANGUIN, (A.-L.) (dir.), 1997. – *Vivre dans une île. Une géopolitique des insularités*, Paris, L'Harmattan, 390 p.
- SIMPSON (L.), RINGSKOG (K.), 1997. – *Water markets in the Americas*, Washington, World Bank, 52 p.
- SINGELIN (P.), 1977. – « L'eau dans les îles », *Penn Ar Bed*, n° 90, p. 177-179.
- SINGELIN (P.), 1978a. – « La politique de l'A.P.P.I.P. », dans : *Association pour la Protection et Promotion des Îles du Ponant*, Nantes, p. 24-28.
- SINGELIN (P.), 1978b. – « Les principales réalisations lancées dans le cadre de l'A.P.P.I.P. », dans *Association pour la Protection et Promotion des Îles du Ponant*, Nantes, p. 29-34.
- SINGELIN (J.-Y.), MONNAT (P.), 1991. – « Gestion des ressources et aménagement des îles », dans GOURMELON (F.), BRIGAND (L.) (eds) : *Territoires et sociétés insulaires*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, collection « Recherches Environnement », n° 36, p. 433-435.
- SOGREAH-PRAUD, 2004. – *Etude hydrogéologique et modélisation de l'île d'Houat*, rapport pour le Conseil Général et la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Morbihan, Saint-Herblain, 120 p.
- SPERANZE (N.), 1966. – « Bernard Kellermann et la légende ouessantine », *Cahiers de l'Iroise*, n° 2, p. 92-95.
- SPILANIS (I.), 1992. – « Les îles européennes face à l'Union Economique et Monétaire », *Cooperazione Mediterranea*, n° 6, p. 150-164.
- SPILANIS (I.), SOURBES (L.), 1999. – « Perspectives de durabilité du développement dans l'espace insulaire : le cas des îles de l'Egée », dans BENHAYOUN (G.), GAUSSIER (N.), PLANQUE (B.) (eds) : *Economie des régions méditerranéennes et développement durable*, Paris, L'Harmattan, p. 79-103.
- STEPHAN (L.), 1975. – « Fontaines de l'île de Groix », *Journal de l'île de Groix*, n° 2, p. 12-13.

- TABEAUD (M.), 1980. – *La climatologie*, Paris, Armand Colin, 175 p.
- TAGLIONI (F.), 2006. – « Les petites espaces insulaires face à la variabilité de leur insularité », *Annales de Géographie*, n° 652, p. 664-687.
- THEVENIN (J.-M.), 2000. – *Île... était une fois Chausey (1900-1999)*, Granville, 239 p.
- THEYS (J.), 2001. – « A la recherche du développement durable : un détour par les indicateurs », dans JOLLIVET (M.) (dir.) : *Le développement durable, de l'utopie au concept*, Paris, Elsevier, p. 269-279.
- THEYS (J.), 2002. – « L'approche territoriale du développement durable, condition d'une prise en compte de sa dimension sociale », *Développement Durable et Territoires*, dossier n° 1.
- THORNTHWAIT (C.-W.), 1948. – « An approach toward a rational classification of climate », *Geographical review*, vol. 38, n° 1, p. 55-94.
- TONNERRE (J.), 1991. – « Un regard vers le passé... les fontaines guérisseuses de l'île de Groix », *La Chaloupe de l'île, journal de l'île de Groix*, p. 10-12.
- TOUCHART (F.), 1999. – *Caractérisation hydrogéologique d'un aquifère en socle fracturé. Site de Ploëmeur (Morbihan)*, Thèse de Géologie, Université de Rennes, 271 p.
- TRANSENERGIE, 2003. – *Projet de schéma directeur énergétique de l'île de Sein*, rapport final, Ecully, 94 p.
- TREYER (S.), 2005. – « La disponibilité des ressources naturelles en eau comme facteur limitant du développement. Un débat prospectif à l'échelle mondiale », dans MERMET (L.) (dir.) : *Etudier des écologies futures*, Bruxelles, Editions P.I.E.-Peter Lang, p. 303-323.
- TSAGARAKIS (K.-P.), TSOUMANIS (P.), CHARTZOULAKIS (K.-S.), ANGELAKIS (A.-N.), 2001. – « Water resources status including wastewater treatment and reuse in Greece. Related problems and perspectives », *Water International*, vol. 26, n° 2, p. 252-258.
- TURC (L.), TRZPIT (J.-P.), 1985. – « Les bilans de l'eau : un thème de recherche fondamentale pour la climatologie écologique », *Physio-Géo*, n° 12, p. 41-57.
- TURTON (A.-R.), 1999. – « Water scarcity and social adaptive capacity : towards an understanding of the social dynamics of water demand management in developing countries », School of Oriental and African Studies (SOAS)/Water Issues Study Group, *occasional paper*, n° 9, University of London, Londres.
- TZEN (E.), MORRIS (R.), 2003. – « Renewable energy sources for desalination », *Solar Energy*, n° 75, p. 375-379.
- UICN/PNUE/WWF, 1980. – *Stratégie mondiale de la conservation des ressources vivantes au service du développement durable*, UICN/PNUE/WWF.
- UNESCO, 1994. – *Island agenda, an overview of UNESCO's work on islands environment, territories and societies*, Paris, UNESCO, 131 p.
- VALETTE (F.), 2003. – « Evaluation des impacts de la gestion de l'eau sur l'économie et l'environnement d'un territoire. Comparaison d'une approche micro-économique (systémique) et macro-économique (inputs/outputs).

- Application aux cas de deux îles : Noirmoutier (France) et Majorque (Espagne) », dans FERRARI (S.), POINT (P.) (dir.) : *Eau et littoral. Préservation et valorisation de la ressource dans les espaces insulaires*, Paris, Karthala, p. 83-125
- VERNAY (L.), 1996. – *Mise au point d'un outil d'aide à la gestion et à la définition d'une politique de l'eau dans les îles méditerranéennes, s'appuyant sur des techniques adaptées. Le cas de Formentera (Baléares, Espagne)*, Thèse de Mécanique, Génie Mécanique et Génie Civil, Université de Montpellier, 413 p.
- VERVIER (P.), 2004. – *Gestion de l'eau et de la sécheresse*, INSU, Journées prospectives « Sociétés et Environnements », p. 63-73.
- VEYRET (Y.) (dir.), BEUCHER (S.), REGHEZZA (M.), 2004. – *Les risques*, Paris, Bréal Editions, 205 p.
- VEYRET (Y.), VIGNEAU (J.-P.), 2004. – « Risques et développement durable », *Historiens et Géographes*, n° 387, p. 241-248.
- VIERS (G.), VIGNEAU (J.-P.), 1990. – *Eléments de climatologie*, Paris, Nathan, 223 p.
- VIGNEAU (J.-P.), 2005. – *Climatologie*, Paris, Armand Colin, 200 p.
- VITORIQU-GEORGOULI (A.), 1987. – « Tankers used for supplying fresh water to islands with fluctuating population due to tourism », dans UNEP : *Specific topics related to water resources development of large Mediterranean islands*, Split, MAP Technical Reports Series, n° 13, p. 62-79
- WHEELER (D.), 1995. – « Majorca's water shortages arouse Spanish passions », *Geography*, vol. 80, n° 348, p. 283-286.
- WILF (M.), KLINKO (K.), 2001. – « Optimization of seawater RO systems design », *Desalination*, n° 138, p. 299-306.
- ZUINDEAU (B.), 1995. – « Développement durable et subsidiarité : une analyse à partir de contributions institutionnelles sur le développement durable », *Hommes et Terres du Nord*, vol. 1995, n° 4, p. 171-179.

Table des figures

I.1 :	Les îles du ponant et l'insularité hydraulique	16
I.2 :	Sécheresse et pénurie d'eau à Belle-Île en 2005	18
I.3 :	Les interactions multifactorielles de la gestion des ressources insulaires en eau	20
1.1.	Transition de la gestion de l'eau par l'offre à la gestion par la demande : courbe de consommation induite par la croissance démographique	37
1.2 :	Inflexion de la courbe de demande en eau par rapport à la croissance démographique et phasage des différentes politiques de l'eau	38
1.3 :	Evolution approximative entre 1970 et 2000, et projection tendancielle à l'horizon 2025, des demandes totales en eau douce dans les pays méditerranéens d'Europe	45
2.1 :	Localisation des îles citées dans la synthèse bibliographique	58
2.2 :	Schéma méthodologique du programme ADAGE-Lifou	72
3.1 :	Schéma fonctionnel du bilan hydrique en milieu de socle	96
3.2 :	Interface de l'exécutable BIL	99
3.3 :	Résultats bruts des calculs des termes du bilan hydrique par l'exécutable BIL (station de Houat)	99
3.4 :	Principales stations météorologiques du littoral atlantique français	101
3.5 :	Bilans hydriques fréquentiels (ETP Penman, période 1975-2005)	104
3.6 :	Bilans hydriques mensuels moyens (ETP Penman, période 1975-2005)	106
3.7 :	Bilans hydriques annuels moyens (ETP Penman, période 1975-2005)	108
3.8 :	Identification et typologie des différents épisodes de sécheresse sur les îles bretonnes en situation d'insularité hydraulique	114
3.9 :	Variabilité des bilans hydriques et moyenne mobile sur 12 mois	117
3.10 :	Hauteurs de pluies efficaces annuelles sur les îles bretonnes en situation d'autonomie hydraulique	118
4.1 :	Schéma morphostructural du Massif armoricain	123
4.2 :	Carte géologique de l'île d'Ouessant	124
4.3 :	Carte géologique de l'île de Groix	125
4.4 :	Carte géologique de Belle-Île	125
4.5 :	Carte géologique de l'île de Houat	126
4.6 :	Carte géologique de l'île de Molène	127
4.7 :	Carte géologique de l'île de Sein	128
4.8 :	Carte géologique de l'île d'Hoëdic	129
4.9 :	Méthodologie de délimitation et de planimétrie des bassins versants	131
4.10 :	Carte des bassins versants de Belle-Île	134
4.11 :	Carte des bassins versants de l'île de Groix	136
4.12 :	Carte des bassins versants de l'île d'Ouessant	138
4.13 :	Carte des bassins versants de l'île de Houat	139

4.14 :	Schéma de la lentille de Ghyben-Herzberg : exemple de l'île de Molène	147
5.1 :	Fontaine et lavoir de « La Normande » (Belle-Île)	175
5.2 :	La Fontaine ou Aiguade Vauban de Belle-Île	175
5.3 :	La citerne des Anglais de l'île de Molène	176
5.4 :	L'impluvium des Anglais de l'île de Molène	177
5.5 :	Le puits Saint-Guérolé, île de Sein	179
5.6 :	Ancienne vasque dans la roche servant de lavoir, sur l'île de Sein	186
5.7 :	Le lavoir de l'île d'Hoëdic en 1932	187
5.8 :	Le puits Saint-Ronan, île de Molène	190
5.9 :	Puits et abreuvoir de l'île de Trielen	191
5.10 :	Les trois fontaines et le lavoir <i>de Feunteun Velen</i> , île d'Ouessant	197
5.11 :	Fontaine et lavoir restaurés de <i>Porzh Brigid</i> , île d'Ouessant	197
5.12 :	Localisation des principales fontaines et lavoirs de l'île d'Ouessant au début des années 1950	198
5.13 :	Localisation des principales fontaines de l'île de Groix	200
6.1 :	La Fontaine Charles X au début du XX ^e siècle, à Le Palais, Belle-Île	205
6.2 :	Corvée d'eau à la Fontaine de la Plage de l'île de Houat, au début des années 1970	207
6.3 :	Corvée d'eau à la citernes des Anglais de l'île de Molène, à la fin des années 1970	208
6.4 :	Changements paysagers et modernisation hydraulique sur l'île d'Hoëdic entre 1967 et 1993	213
6.5 :	Changements paysagers et modernisation hydraulique sur l'île de Houat entre 1967 et 1993	214
6.6 :	Niveau d'équipement sanitaire des résidences principales en 1999	215
6.7 :	Transport de passagers vers les trois îles de l'Iroise	221
6.8 :	Saisonnalité comparée des productions d'eau potable sur les îles en situation d'autonomie hydraulique	230
6.9 :	Comparaison flux de passagers – productions d'eau potable sur les îles de la mer d'Iroise (moyennes 2000-2005)	231
6.10 :	Influence des vacances scolaires sur les productions hebdomadaires d'eau potable	233
6.11 :	Prospective sur l'évolution des productions annuelles d'eau potable selon les scénarios H1 (régression linéaire) et H2 (constructibilité)	245
7.1 :	La pénurie de l'île de Houat de l'été 1961	253
7.2 :	Le ravitaillement des îles de Molène et Sein au cours de la sécheresse de 1976	260
7.3 :	Barrage de Bordilla, Belle-Île	264
7.4 :	Pompage des eaux de ruissellement du vallon <i>de Porz-Chudel</i> , île de Houat	265
7.5 :	L'impluvium de l'ouest, sur l'île de Molène	266
7.6 :	Le ravitaillement des îles du Morbihan lors de la pénurie d'eau de 1989	271
7.7 :	Les infrastructures hydrauliques de l'île d'Hoëdic	274

7.8 :	La découverte d'eau souterraine sur l'île de Molène en septembre 1989	276
8.1 :	Répartition des investissements subventionnés en équipements publics sur les îles du Ponant de 1971 à 2005	287
8.2 :	Phasage des investissements en équipements hydrauliques publics sur les îles bretonnes de 1971 à 2005	288
8.3 :	Répartition des investissements en équipements hydrauliques publics sur les îles bretonnes de 1971 à 2005	290
8.4 :	Comparaison des investissements en équipements hydrauliques des communes insulaires et rurales continentales entre 1995 et 2004	294
8.5 :	Filières d'épuration des eaux usées adaptées aux petites collectivités	300
8.6 :	Zonage d'assainissement non collectif de l'île de Sein	302
8.7 :	Le prix de l'eau potable sur les îles en 2005	314
8.8 :	Evolution du prix de vente du m ³ d'eau dessalée sur l'île de Sein	319
8.9 :	Coûts de production comparés du mètre cube d'eau dessalée	320
9.1 :	Schéma de calcul du modèle hydraulique de l'île de Molène	325
9.2 :	Comparaison du modèle hydraulique bellilois à la situation réelle	327
9.3 :	Simulation de l'évolution des réserves superficielles de l'île d'Ouessant de 1997 à 2005	329
9.4 :	Simulation de l'évolution des réserves superficielles de Belle-Île de 1975 à 2005	329
9.5 :	Simulation de l'évolution des réserves hydrauliques et souterraines des îles de Houat et Hoëdic de 2001 à 2005	330
9.6 :	Simulation de l'évolution des réserves hydrauliques et souterraines de l'île de Molène de 1989 à 2005	332
9.7 :	Origine de l'eau potable sur l'île de Molène, selon la modélisation du système hydraulique	332
9.8 :	Modèle de calcul de la fréquence d'occurrence de la pénurie d'eau	340
9.9 :	Distributions des précipitations selon une loi Gamma incomplète et corrélations précipitations-pluies efficaces du premier semestre hydrologique	341
9.10 :	Diagnostic de l'évolution du parc de citernes de stockage des eaux pluviales de l'île de Molène entre 1961 et 2005	361
9.11 :	Inventaire des citernes de stockage des eaux pluviales de l'île de Molène	
	a : 1961	362
	b : 1978	363
	c : 1991	364
	d : 2005	365

Table des tableaux

1.1 :	Les objectifs thématiques pour une gestion durable des ressources en eau	47
2.1 :	Evolution des volumes consommés par les usages domestiques sur l'île de Majorque	63
2.2 :	Infrastructures hydrauliques des petites îles grecques du Dodécanèse	65
2.3 :	Principales actions de l'Association des Îles du Ponant depuis sa création en 1971	80
3.1 :	Typologie mensuelle du bilan hydrique	96
3.2 :	Valeurs moyennes annuelles et part relative des termes du bilan hydrologique des îles en situation d'autonomie hydraulique	107
4.1 :	Caractérisation des bassins versants de Belle-Île	133
4.2 :	Caractérisation des principaux bassins versants de l'île de Groix	135
4.3 :	Caractérisation des bassins versants de l'île d'Ouessant	137
4.4 :	Caractérisation des bassins versants de l'île de Houat	139
4.5 :	Diagnostic de la ressource hydrique superficielle des îles autonomes	142
4.6 :	Potentiel hydrologique superficiel exploité sur les îles de Ouessant, Groix et Belle-Île	142
4.7 :	Ordres de grandeur de la porosité d'interstices	144
4.8 :	Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île de Molène	149
4.9 :	Caractéristiques des forages particuliers sur l'île de Groix	150
4.10 :	Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île de Groix	150
4.11 :	Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île de Houat	152
4.12 :	Caractéristiques d'exploitation des forages de l'île d'Hoëdic	153
4.13 :	Diagnostic de la ressource hydrique souterraine exploitable sur les îles autonomes	154
4.14 :	Préconisations d'exploitation des forages de l'île de Houat	155
4.15 :	Préconisations d'exploitation des forages de l'île de Molène	155
4.16 :	Synthèse du potentiel hydrologique des îles bretonnes hydrauliquement autonomes	155
5.1 :	Constitution de la revue de presse systématique à l'aide d'EUROPRESSE	164
5.2 :	Recensement des articles faisant référence à l'eau sur les îles du Ponant, via EUROPRESSE	165
5.3 :	Les articles de la presse locale et nationale dédiés à la question de l'eau sur les îles du Ponant	166
5.4 :	Grille thématique des entretiens semi directifs auprès des îliens	168
5.5 :	Liste récapitulative des entretiens semi directifs menés auprès d'îliens	170
5.6 :	Liste récapitulative des entretiens semi directifs menés auprès des gestionnaires des services d'eau	172
5.7 :	Récapitulatif des missions sur le terrain	173
5.8 :	Nom des fontaines et des puits historiques des îles de Molène, Sein, Houat et Hoëdic	184

5.9 :	Fontaines historiques de l'île d'Ouessant	196
5.10 :	Principales fontaines historiques de l'île de Groix	199
6.1 :	Evolution récente du confort sanitaire des ménages insulaires	216
6.2 :	Données disponibles de productions mensuelles d'eau potable sur les îles en situation d'autonomie hydraulique	229
6.3 :	Disponibilité des données hebdomadaires de production d'eau potable	232
6.4 :	Comparaison des coefficients d'augmentation des populations insulaires et des besoins en eau potable	234
6.5 :	Besoins annuels moyens des clients des services d'eau insulaires	237
6.6 :	Croissance linéaire des productions annuelles d'eau potable selon le scénario H1	239
6.7 :	Le potentiel constructible maximal sur trois îles en 2003	242
6.8 :	Hypothèses retenues sur la constructibilité pour le scénario H2	243
6.9 :	Synthèse de la prospective sur les productions annuelles d'eau potable selon les scénarios H1 et H2	244
8.1 :	Sectorisation des aides aux investissements sur les îles du Ponant entre 1971 et 2005	284
8.2 :	Filières de potabilisation de l'eau sur les îles en situation d'autonomie hydraulique	295
8.3 :	Caractéristiques des unités de production d'eau potable des îles en situation d'autonomie hydraulique	296
8.4 :	Autonomie hydraulique critique en eau potable des îles	297
8.5 :	Filières de traitement des eaux usées des îles en situation d'autonomie hydraulique	298
8.6 :	Niveaux de traitement des eaux usées pour les agglomérations soumises à déclaration	299
8.7 :	Comparaison coûts-performance des filières d'épuration des eaux usées pour les petites collectivités	300
8.8 :	Concentrations des fertilisants contenus dans les boues d'épuration d'eaux résiduaires urbaines	304
8.9 :	Estimation des surfaces et des fréquences d'épandage des boues sur certaines îles du Ponant	305
8.10 :	Prix de l'eau sur les trois plus grandes îles du Ponant dans les années 1960	313
8.11 :	Valeurs référence du coût en investissement pour une unité de dessalement	315
8.12 :	Investissement pour les unités de dessalement sur les îles de Houat et Sein	316
8.13 :	Coût de fonctionnement de l'unité de dessalement par osmose inverse de l'île de Houat	317
8.14 :	Coûts de fonctionnement de l'osmoseur sur l'île de Sein en 2002	318
8.15 :	Subventions du budget eau par le budget général à l'île de Sein, entre 1998 et 2003	319
9.1 :	Ajustement des distributions des précipitations du premier semestre hydrologique à une loi Gamma incomplète par le test de Kolmogorov-Smirnov	337
9.2 :	Relation linéaire entre pluies efficaces (P_{eff}) et précipitations (P) du premier semestre hydrologique	339

9.3 :	Autonomie hydraulique critique des îles situation en 2005	344
9.4 :	Paramètres des calcul de la fréquence d'occurrence du risque de pénurie (situation moyenne de la période 2000-2005)	346
9.5 :	Estimation du risque de pénurie d'eau au cours de la période 2000-2005	347
9.6 :	Paramètres de calcul de la fréquence d'occurrence de la pénurie d'eau sur les îles de Belle-Île et Molène, avant et après la crise de 1989	348
9.7 :	Estimation rétrospective du risque de pénurie d'eau sur les îles de Belle-Île et Molène, avant et après la crise de 1989	349
9.8 :	Estimation rétrospective du risque de pénurie d'eau à Belle-Île, avant et après la pénurie de 2005	350
9.9 :	Estimation des stocks résiduels utilisables selon les scénarios H1 et H2	351
9.10 :	Estimation du déficit de stockage à Ouessant selon les scénarios H1 et H2	351
9.11 :	Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H1	353
9.12 :	Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H2	353
9.13 :	Evolution prospective comparée du risque de pénurie d'eau à Belle-Île avec l'option du dessalement	355
9.14 :	Utilisation potentielle des eaux de pluie pour les besoins domestiques	356
9.15 :	Synthèse de la prospective sur les productions d'eau selon les scénarios H2 et H2cit	356
9.16 :	Estimation prospective des précipitations critiques du premier semestre hydrologique (P_C) et de la fréquence d'occurrence selon le scénario H2cit	357
9.17 :	Recensement des citernes particulières de l'île de Molène	358
9.18 :	Erreur d'estimation du parc de citernes à partir de l'analyse diachronique des photos aériennes de l'île de Molène	358
C.1 :	Combinaisons des technologies énergétiques et de dessalement	374

Table des matières

Introduction générale	11
 Première partie :	
Quelle problématique de l'eau sur les îles ?	23
 Chapitre 1 :	
Gérer durablement les ressources en eau : une priorité du développement des territoires	25
Introduction	25
1. Gérer durablement les ressources en eau	26
1.1. Du développement durable	26
1.1.1. Les origines d'un concept récent	26
1.1.2. Dimensions temporelles et spatiales du développement durable	27
1.2. La gestion des ressources en eau : vers une « nouvelle culture de l'eau »	29
2. Gestion durable des ressources en eau et unité territoriale	32
2.1. Quelle unité territoriale de gestion des ressources en eau ?	32
2.2. Un consensus méthodologique : le diagnostic territorial	
3. Les principes de gestion : l'équilibre offre-demande et le risque de pénurie	36
3.1. Les modèles de gestion de l'offre et de la demande	36
3.2. Rareté et déficit en eau	38
4. Comment gérer le risque de pénurie ?	41
4.1. Le concept de risque en géographie	41
4.2. La pénurie d'eau	43
Conclusion du chapitre 1	43
 Chapitre 2 :	
L'eau et les îles : définition des enjeux et retours d'expériences insulaires	49
Introduction	49
1. Insularité et ressources en eau	50
1.1. Définir l'objet géographique : l'île et l'insularité	50
1.1.1. La définition institutionnelle	50
1.1.2. L'importance des conditions hydrologiques	51
1.1.3. L'insularité : une dimension géographique complexe	52
1.2. La reconnaissance institutionnelle des îles : les cas général de l'Europe et particulier de la France	53
1.2.1. Les îles dans l'Union Européenne	53
1.2.2. En France, une insularité introuvable administrativement bien que réelle pratiquement	55
1.3. Quelle problématique de gestion de l'eau sur les îles ?	56

1.3.1.	De nombreuses recherches scientifiques sur la question	56
1.3.2.	Suffisance et dégradation des ressources en eau : une préoccupation insulaire majeure	58
2.	Un panel d'expériences insulaires de gestion de l'eau	60
2.1.	Les îles de l'Union Européenne	60
2.1.1.	Contexte général	60
2.1.2.	Majorque et les îles baléariques	61
2.1.3.	Les îles grecques du Dodécanèse	64
2.2.	Quelques îles de la zone intertropicale	68
2.2.1.	Les petites îles de l'océan Indien occidental : La Réunion, Mayotte et Rodrigues	68
2.2.2.	Deux archipels de l'Océan Indien : les Seychelles et les Maldives	69
2.2.3.	Un programme de recherche-action exemplaire : le projet ADAGE-Lifou (Nouvelle-Calédonie)	71
3.	L'eau : un frein au développement insulaire ?	74
3.1.	Permanences de la question de l'eau sur les îles	74
3.1.1.	Un dernier cas de figure historique : la colonisation des Galápagos	74
3.1.2.	Des limites naturelles sans cesse repoussées par les capacités d'adaptation de l'homme	75
3.1.3.	Quelle place de l'eau dans les préoccupations contemporaines d'un développement insulaire durable ?	77
3.2.	Quel projet de recherche sur la gestion des ressources en eau des îles du Ponant ?	79
3.2.1.	Pourquoi les îles du Ponant ?	
3.2.2.	Situation hydraulique des îles du Ponant : une typologie déterminante	81
3.2.3.	Formulation de la problématique spécifique	82
	Conclusion de la première partie	84
	 Deuxième partie :	
	Le potentiel hydrologique des îles de Bretagne	87
	 Chapitre 3 :	
	Hydroclimatologie fonctionnelle des îles bretonnes	89
	Introduction	89
1.	Concepts climatiques et approche méthodologique	90
1.1.	Le bilan hydrique : définition et concepts	90
1.1.1.	La notion de bilan de l'eau	90
1.1.2.	Définition des termes du bilan de l'eau	90
1.2.	Calcul de l'évapotranspiration potentielle	92
1.2.1.	Choix de la méthode de calcul	92
1.2.2.	La formule de Penman	92
1.3.	Calcul du bilan de l'eau	94
1.3.1.	Principes hydrologiques	94
1.3.2.	Modèle hydrologique associé	95
1.3.3.	L'exécutable BIL	98
1.3.4.	Les données météorologiques	100

2.	Normalité et variabilité hydroclimatique des îles bretonnes	102
2.1.	Analyse fréquentielle des bilans hydriques	102
2.1.1.	Le contexte régional	102
2.1.2.	Le modèle hydroclimatique insulaire	103
2.2.	Bilans hydrologiques moyens	105
2.2.2.	Variations mensuelles des bilans hydrologiques moyens	105
2.2.2.	Bilans hydrologiques annuels moyens	107
3.	Sécheresses et variabilité interannuelle des bilans hydrologiques insulaires	110
3.1.	Les sécheresses dans le Grand Ouest français	110
3.1.1.	Le concept de sécheresse	110
3.1.2.	Les grandes sécheresses régionales	111
3.2.	Les îles et les sécheresses	112
3.2.1.	Indentification et typologie des sécheresses insulaires majeures	112
3.2.2.	Les sécheresses et leurs conséquences hydrologiques	115
	Conclusion du chapitre 3	119
	Chapitre 4 :	
	Les ressources hydriques endogènes des îles armoricaines	121
	Introduction	121
1.	Le contexte physique des îles bretonnes : une géologie de socle	122
1.1.	Contexte physique régional et origine structurale des îles bretonnes	122
1.2.	Présentation géologique des îles étudiées	123
1.2.1.	Les îles hautes granitiques	123
1.2.2.	Les îles basses à accumulations sédimentaires	127
2.	L'hydromorphologie insulaire	130
2.1.	Topographies et bassins versants insulaires	130
2.1.1.	Définition et caractérisation des bassins versants	130
2.1.2.	Les îles de type continental	132
2.2.	Caractérisation hydromorphologique des îles de type continental	132
2.2.1.	Belle-Île	132
2.2.2.	Groix	135
2.2.3.	Ouessant	136
2.3.	Les petites îles	138
2.3.1.	Les micro vallons houatais	138
2.3.2.	Les îles basses	140
2.4.	Le potentiel hydrologique superficiel	140
2.4.1.	Estimation des volumes drainés	140
2.4.2.	Potentiel superficiel moyen des îles continentales	141
3.	Quelles ressources hydrogéologiques sur les îles bretonnes ?	144
3.1.	Des contextes régionaux et locaux <i>a priori</i> défavorables	144
3.1.1.	L'échelle régionale : une découverte tardive des ressources souterraines	144
3.1.2.	Aquifères côtiers et insulaires : une exploitation contraignante	146
3.2.	Des îles à très faible potentiel hydrogéologique	147

3.3.	Les îles à potentiel hydrogéologique intéressant	149
3.3.1.	Le petit aquifère molénais	149
3.3.2.	L'île de Groix	150
3.3.3.	L'île de Houat	151
3.3.4.	L'île d'Hoëdic	152
3.4.	Estimation du potentiel hydrogéologique des îles	153
3.4.1.	Volumes mobilisables et capacités de pompage	153
3.4.2.	Préconisations d'exploitation et « réserve utile » de l'aquifère	154
	Conclusion de la deuxième partie	157

Troisième partie :

Les enjeux de la gestion des ressources en eau sur les îles de Bretagne 159

Chapitre 5 :

Histoire de la question de l'eau sur les îles de Bretagne 161

Introduction 161

1. Mémoires locales et histoire de l'eau sur les îles 162

1.1. Les sources d'informations documentaires 162

1.1.1. Les recherches documentaires en archives 162

1.1.2. Les archives communales 163

1.1.3. Une revue de presse systématique et conjoncturelle 164

1.2. Les sources orales : entretiens avec les « mémoires locales » et les gestionnaires 166

1.2.1. Des entretiens semi directifs thématiques 167

1.2.2. Une première synthèse thématique des entretiens :
le point de vue des îliens 168

1.2.3. La question vue par les gestionnaires des services d'eau 171

1.2.4. Les missions sur le terrain 172

2. L'eau, un enjeu historique de l'aménagement insulaire 174

2.1. L'eau, élément fondateur de l'insularité ? 174

2.1.1. Un élément vital, un enjeu stratégique 174

2.1.2. Une question cruciale de salubrité publique 178

2.1.3. Des crises sanitaires graves imputées au manque d'eau 181

2.2. Les points d'eau historiques des îles dans la première moitié du XX^e siècle 183

2.2.1. Puits, fontaines, citernes et lavoirs publics 183

2.2.2. Le lavoir, lieu social 184

3. Réalités et représentations sociales de la ressource hydrique 188

3.1. Emergence des tensions sociales autour de la ressource en eau 188

3.1.1. La prévalence des facteurs exogènes 188

3.1.2. Les facteurs endogènes : le parcellaire foncier 191

3.2. Quelles représentations de la ressource en eau jusque dans les années 1960 ? 193

3.2.1. Les fontaines insulaires : croyances locales
et représentations populaires 193

3.2.2. Les fontaines d'Ouessant 195

3.2.3. Les fontaines de l'île de Groix 198

3.2.4. L'eau des Monts d'Arrée alimente-t-elle les fontaines
des îles bretonnes ? 200

Conclusion du chapitre 5	202
 Chapitre 6 :	
La redéfinition contemporaine des enjeux liés à la ressource en eau	203
Introduction	203
1. Mutations sociétales insulaires et redéfinition de la gestion de l'eau depuis l'après-guerre	204
1.1. La modernisation des systèmes d'alimentation en eau	204
1.1.1. Les premiers réseaux d'alimentation en eau potable : l'installation de bornes-fontaines dans les bourgs	204
1.1.2. L'eau courante dans les maisons	208
1.2. Une problématique focale d'une forme de déshérence territoriale ?	210
1.2.1. L'abandon inéluctable des usages traditionnels de l'eau	210
1.2.2. Déshérence et réappropriation des territoires insulaires	211
1.3. Les enjeux contemporains de la modernisation hydraulique des îles	215
1.3.1. L'amélioration générale du confort domestique	215
1.3.2. L'eau, enjeu du développement économique et touristique insulaire	216
2. Le tourisme et la question de l'eau	219
2.1. Quel tourisme insulaire ?	219
2.1.1. La construction du mythe insulaire	219
2.1.2. Le fait touristique insulaire aujourd'hui	220
2.1.3. Les premiers effets du tourisme insulaire moderne sur la demande en eau	221
2.2. L'émergence de nouvelles tensions autour de l'eau ?	223
2.2.1. La question des campings	223
2.2.2. Quand Chausey défraie la chronique	224
3. Quels modèles insulaires de consommation en eau ?	228
3.1. La saisonnalité des besoins	228
3.1.1. Un indicateur de la fréquentation touristique résidentielle	228
3.1.2. Une pulsation imposée par les vacances scolaires	231
3.1.3. Le tourisme : responsable du « mal hydraulique » insulaire ?	233
3.2. L'augmentation interannuelle des besoins domestiques	235
3.2.1. Les premières tendances de croissance	235
3.2.2. La confirmation de l'accroissement interannuel des besoins	236
3.3. Quelle(s) tendance(s) d'évolution ?	
Essai de prospective à court et moyen termes	238
3.3.1. Prospective sur la demande en eau : la méthode des scénarios exploratoires tendanciels	238
3.3.2. L'évolution linéaire des productions d'eau : entre augmentation et stabilisation	239
3.3.3. La synergie urbanisation-demande en eau	241
3.3.4. Résultats de l'investigation prospective	243
Conclusion de la troisième partie	246

Quatrième partie :	
Maîtriser l'aléa sécheresse :	
Autonomie hydraulique et risque de pénurie d'eau	249
Chapitre 7 :	
Sécheresses et pénuries d'eau :	
événements structurants des politiques hydrauliques insulaires	251
Introduction	251
1. Le rôle structurant des sécheresses	252
1.1. Gérer l'urgence	252
1.1.1. Les mesures préventives : le rationnement	252
1.1.2. Gérer l'urgence : les ravitaillements par la Marine nationale	254
1.2. Les sécheresses comme événements structurants de l'aménagement hydraulique moderne des îles	257
1.2.1. Pénuries et premiers aménagements hydrauliques	257
1.2.2. Les sécheresses des années 1970	258
2. Une seule alternative de gestion : abandonner ou optimiser les ressources endogènes superficielles ?	262
2.1. Quelles ressources hydriques pour la production d'eau potable ?	262
2.1.1. La connexion aux réseaux continentaux	262
2.1.2. Des barrages sur les grandes îles	263
2.1.3. Et les petites îles ?	264
2.2. Le recours aux ressources en eau non conventionnelles : le dessalement de l'eau de mer	266
2.2.1. L'expérimentation houataise	266
2.2.2. Les usines de dessalement de l'île de Sein	268
2.3. Un dilemme partiellement réglé par le recours aux eaux souterraines	270
2.3.1. 1989 : la panne sèche	270
2.3.2. La mise en exploitation des ressources souterraines locales	272
2.3.3. Le « miracle » molénais	274
2.3.4. La crise de 2005 : la remise en question de l'exception belliloise ?	277
Conclusion du chapitre 7	279
Chapitre 8 :	
Les modalités technico-économiques des politiques insulaires de gestion de l'eau	281
Introduction	281
1. La politique d'investissements sectorisés sur les îles du Ponant : quelle place pour la gestion de l'eau ?	282
1.1. Priorité à l'accès aux îles et aux équipements publics	282
1.1.1. Un audit des investissements depuis 1971	282
1.1.2. Les investissements sectorisés sur les îles depuis 1971	283
1.2. La place de la gestion de l'eau dans les politiques insulaires d'investissements	285
1.2.1. La prise en compte de la préoccupation sanitaire	285

1.2.2.	L'importance de l'eau potable et de l'assainissement dans le développement des équipements publics	286
1.2.3.	Une politique financière d'incitation aux équipements d'assainissement	291
1.2.4.	Y a-t-il surinvestissement sur les îles bretonnes ?	292
2.	Quelle adaptation des solutions techniques à l'insularité ?	295
2.1.	Des filières classiques de potabilisation de l'eau sur les îles autonomes	295
2.2.	La gestion des eaux usées	297
2.2.1.	L'adaptation des filières d'épuration	297
2.2.2.	Les cas molénais et sénan	301
2.2.3.	La gestion des boues : un problème majeur ?	303
3.	Modalités de gestion des services d'eau insulaires et prix de l'eau	306
3.1.	Les modalités de gestion des services d'eau insulaires	306
3.1.1.	Deux modes de gestion : la régie ou la délégation de service	306
3.1.2.	L'intégration des îles dans les structures intercommunales et départementales	309
3.2.	La délicate question du prix de l'eau	311
3.2.1.	Quand l'eau devient un bien marchand	311
3.2.2.	Les premières facturations de l'eau potable	312
3.2.3.	L'eau est-elle plus chère sur les îles ?	313
3.3.	La cherté de l'eau dessalée : les cas houatais et sénans	315
3.3.1.	L'intégration de l'investissement	315
3.3.2.	Le prix de revient de l'eau dessalée	316
	Conclusion du chapitre 8	321
	Chapitre 9 :	
	Quel risque de pénurie d'eau sur les îles bretonnes autonomes ?	323
	Introduction	323
1.	Modélisations hydrauliques et gestion de la ressource en eau	324
1.1.	Un prédiagnostic de gestion : l'apport de modèles simples de simulation hydraulique	324
1.1.1.	Les modèles « superficiel » et « souterrain »	324
1.1.2.	Le modèle hydraulique molénais	325
1.1.3.	Critique et calage des modèles hydrauliques	326
1.2.	Gestion des réserves en eau et crises hydriques récentes	327
1.2.1.	Stratégies de stockage et prévision de la saison sèche	327
1.2.2.	La gestion « à la molénaise »	331
1.2.3.	La crise hydrologique de 2005	333
2.	Un modèle de prévision du risque de pénurie	335
2.1.	Méthodologie d'étude des précipitations et quantification de l'aléa	335
2.1.1.	Pré requis méthodologique	335
2.1.2.	Choix de la loi de distribution	336
2.1.3.	Ajustement de la distribution	337
2.2.	Le modèle de prévision du risque de pénurie	338
2.2.1.	Un modèle précipitations-pluies efficaces « discutable »	338
2.2.2.	Un modèle prévisionniste simple	339
2.2.3.	Un paramètre primordial : le stock résiduel utilisable	342

3.	Analyse du risque de pénurie d'eau sur les îles autonomes	344
3.1.	Le risque de pénurie : vulnérabilité physique et aléa climatique	344
3.1.1.	Un indicateur de vulnérabilité : l'autonomie hydraulique critique	344
3.1.2.	Le risque contemporain de pénurie d'eau	345
3.1.3.	Analyse rétrospective des situations hydrauliques belliloise et molénaise de la fin des années 1980	347
3.1.4.	Les conséquences hydrauliques de la crise de 2005 à Belle-Île	349
3.2.	Evolution prospective du risque de pénurie sur les îles autonomes	350
3.2.1.	Estimation des stocks résiduels utiles	350
3.2.2.	Prospective et risque de pénurie à court et moyen termes	351
3.3.	Sécuriser durablement l'alimentation en eau potable : quelles solutions alternatives ?	354
3.3.1.	Dessaler l'eau de mer : la panacée hydraulique pour les îles ?	354
3.3.2.	Quid de la récupération des eaux de pluie ?	355
3.3.3.	L'exception molénaise résistera-t-elle ?	357
	Conclusion de la quatrième partie	366
	Conclusion générale	367
	Bibliographie	379
	Table des figures	397
	Table des tableaux	401
	Table des matières	405